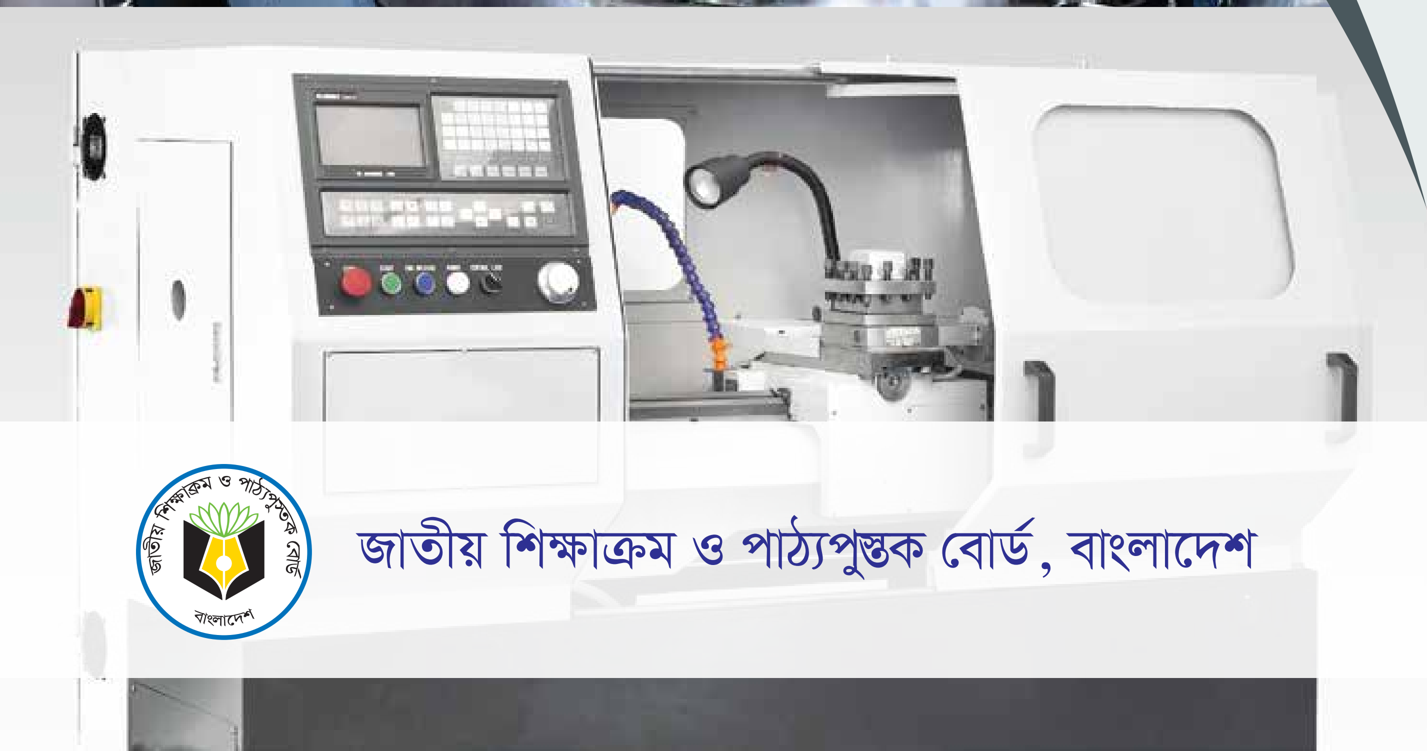
মেশিন অপারেশন বেসিকস-২

এসএসসি (ভোকেশনাল) ও দাখিল (ভোকেশনাল)



নবম শ্রেণি



জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড কর্তৃক ২০২২ শিক্ষাবর্ষ থেকে বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ডের এসএসসি (ভোকেশনাল) এবং দাখিল (ভোকেশনাল) শিক্ষাক্রমের নবম শ্রেণির পাঠ্যপুস্তকরূপে নির্ধারিত

মেশিন অপারেশন বেসিকস-২

Machine Operation Basics-2

নবম শ্রেণি

বিষয় কোড : ৪৮২১২

২০২৫ শিক্ষাবর্ষের জন্য পরিমার্জিত

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড

৬৯-৭০, মতিঝিল বাণিজ্যিক এলাকা, ঢাকা-১০০০

কর্তৃক প্রকাশিত

(পরীক্ষামূলক সংস্করণ)

প্রথম সংস্করণ রচনা ও সম্পাদনা

ড. মো: মোশাররফ হোসেন

প্রকৌশলী হরিপদ চন্দ্র পাল

প্রকৌশলী মো: মাহবুব হায়দার

উত্তম কুমার দাস

মোহাম্মদ কলিম উদ্দিন সরকার

মো: হুমায়ুন কবির (সমন্বয়কারী)

ড. তাপস কুমার বিশ্বাস (প্যাডাগগ)

প্রথম প্রকাশ : অক্টোবর, ২০২১

পুনর্মুদ্রণ : , ২০২৪

মুদ্রণে:

প্রসঙ্গ-কথা

আধুনিককালে শিক্ষা ছাড়া জাতীয় উন্নতির প্রত্যাশা করা যায় না। পৃথিবীর যেসব দেশ আজ উন্নতির শিখরে পৌঁছেছে তাদের দিকে তাকালেই এ সত্যটি অনুধাবন করা যায়। বাংলাদেশের মতো অতিরিক্ত জনসংখ্যার দেশে কারিগরি শিক্ষার আলাদা একটা গুরুত্ব রয়েছে। বিজ্ঞান ও প্রযুক্তির ব্যবহারিক প্রয়োগের সহায়ক এই শিক্ষাকে অবলম্বন করে জনসংখ্যাকে মানবসম্পদে রূপান্তর করা যায়। কারিগরি শিক্ষাকে গুরুত্ব দিয়ে আর্থসামাজিক উন্নতির নজির গড়েছে বিশ্বের অনেক দেশ। এশিয়ার চীন, জাপান, ভিয়েতনাম, কম্বোডিয়া, মালয়েশিয়া প্রভৃতি দেশ এর উজ্জ্বল প্রমাণ। জাতীয় উন্নতির স্বার্থে বহির্বিশ্বের সাথে তাল মিলিয়ে বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষাকে বিশেষ গুরুত্ব দিয়েছে। দারিদ্র্য বিমোচন ও কর্মসংস্থান সৃষ্টির মাধ্যমে দেশকে অর্থনৈতিকভাবে এগিয়ে নেওয়ার প্রত্যয়ে কারিগরি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষার বিস্তারে সরকার কার্যকর উদ্যোগ নিয়েছে। কারিগরি শিক্ষার জন্যে পৃথক অধিদপ্তর ও শিক্ষা বোর্ড প্রতিষ্ঠা করা হয়েছে। এই শিক্ষার জন্যে যুগোপযোগী শিক্ষাক্রম প্রণয়ন করা হয়েছে। সাধারণ শিক্ষার মাধ্যমিক স্তর ও মাদ্রাসা শিক্ষার দাখিল স্তরে কারিগরি বা ভোকেশনাল শিক্ষার অধিকতর সম্প্রসারণে সরকার কাজ করে যাচ্ছে।

শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যক্রম সময়ের সাথে সাথে পরিবর্তনশীল। এই পরিবর্তনশীলতাকে বিবেচনায় নিয়ে পরিমার্জিত শিক্ষাক্রমের আলোকে কারিগরি শিক্ষার বিভিন্ন ট্রেডের বইগুলো প্রণয়ন করা হয়েছে। দেশের অভ্যন্তরীণ এবং বহির্বিশ্বের কর্মবাজারের চাহিদাকে এক্ষেত্রে অগ্রাধিকার দেওয়া হয়েছে। কারণ বিশ্বায়নের এই যুগে গোটা বিশ্ব এখন অখণ্ড এক কর্মবাজার। বর্তমানে দক্ষতা ও যোগ্যতা থাকলে যেকোনো দেশের মানুষ পৃথিবীর যেকোনো প্রান্তে কর্মসংস্থানের সুযোগ নিতে পারে। বৈশ্বিক শ্রমবাজারে বাংলাদেশ তার হিস্যা যত বাড়াবে দেশের অর্থনৈতিক উন্নয়ন তত গতিশীল হবে। বাংলাদেশের বিশেষায়িত অনেক শিল্পে দক্ষ জনশক্তির অভাব রয়েছে। কারিগরি শিক্ষার মাধ্যমে শিল্পখাতে দক্ষ জনবল সরবরাহের লক্ষ্যকেও বিশেষ বিবেচনায় রাখা হয়েছে।

সরকারের বিনামূল্যে পাঠ্যপুস্তক সরবরাহের আওতা থেকে কারিগরি শিক্ষার বই বাইরে নয়। ভোকেশনাল ট্রেডের পাঠ্যপুস্তক প্রণয়ন করেছে বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড। সরকারের সিদ্ধান্ত মোতাবেক ২০১৭ সাল থেকে এই পাঠ্যপুস্তকগুলো সংশোধন, পরিমার্জন, মুদ্রণ ও বিতরণের দায়িত্ব দেওয়া হয়েছে জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড (এনসিটিবি)-কে। এনসিটিবি নিষ্ঠার সাথে তার দায়িত্ব পালন করে যাচ্ছে। এই কার্যক্রমের ধারাবাহিক প্রক্রিয়ায় ২০২৪ সাল পর্যন্ত সকল পাঠ্যপুস্তকের পরিমার্জন ও সংশোধন সম্পন্ন করা হয়েছে। ফলে বইগুলো শিক্ষক ও শিক্ষার্থীদের নিকট অধিকতর গ্রহণযোগ্য হবে বলে আশা করা যায়। প্রতিটি বই উন্নত মানের কাগজ ও চার রঙা প্রচ্ছদ সহকারে ছাপা হয়েছে। এতে বইগুলোর যথেষ্ট শ্রীবৃদ্ধি ঘটেছে।

আলোচ্য পাঠ্যপুস্তকটি রচনা ও সম্পাদনা করেছেন প্রশিক্ষণপ্রাপ্ত শিক্ষক ও বিষয় বিশেষজ্ঞগণ। পূর্ব ও পরবর্তী শ্রেণির পঠিত বিষয়সমূহের সাথে যৌক্তিক সংযোগ বিধানপূর্বক বইটি প্রণয়ন করা হয়েছে। প্রাসঙ্গিক ট্রেডের এই বইটি প্রায়োগিক শিক্ষার জন্যে যাতে অনুকূল হয় সেজন্যে প্রয়োজনীয় চিত্রের সন্নিবেশ করা হয়েছে। বইটি যদি আমাদের তরুণ প্রজন্মের স্বকর্মসংস্থান ও সম্মানজনক জীবিকার্জনে কার্যকর ভূমিকা রাখে তবেই আমাদের শ্রম সার্থক হয়েছে বলে মনে করব।

সাবলীল ভাষায় লেখা বইটিতে বাংলা একাডেমির প্রমিত বানানরীতি অনুসৃত হয়েছে। সর্বশেষ তথ্য-উপাত্ত সহযোগে বিষয়বস্তু উপস্থাপন করা হয়েছে। যথাযথ সতর্কতা অবলম্বনের পরেও তথ্য-উপাত্ত ও ভাষাগত কিছু ভুলত্রুটি থেকে যাওয়া অসম্ভব নয়। পরবর্তী সংস্করণে বইটিকে যথাসম্ভব ত্রুটিমুক্ত করার আন্তরিক প্রয়াস থাকবে। এই বইয়ের মানোন্নয়নে যে কোনো ধরনের যৌক্তিক পরামর্শ কৃতজ্ঞতার সাথে গৃহীত হবে।

পরিশেষে বইটি রচনা, সম্পাদনা ও অলংকরণে যাঁরা অবদান রেখেছেন তাঁদের সবার প্রতি কৃতজ্ঞতা জানাই।

অক্টোবর ২০২৪

প্রফেসর ড. এ কে এম রিয়াজুল হাসান

চেয়ারম্যান

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ

সূচিপত্র

মেশিন অপারেশন বেসিকস-২

প্রথম অধ্যায়

কাটিং টুল অ্যান্ড সারফেস গ্রাইন্ডিং

Cutting Tool and Surface Grinding





আমরা দৈনন্দিন নানাবিধ প্রয়োজনে বিভিন্ন দ্রব্য সামগ্রী বা কার্যবস্তুকে প্রয়োজনীয় আকার ও আকৃতি প্রদানের জন্য যে সকল যন্ত্রপাতি, সরঞ্জাম ব্যবহার করে থাকি সেগুলিই টুলস। আর যে সকল টুলস কোনো দ্রব্য সামগ্রী বা কার্যবস্তুকে কাটা, ছেদন, কর্তন, ঘর্ষণের মাধ্যমে ক্ষয় করে প্রয়োজনীয় আকার ও আকৃতি প্রদান করে সেই সকল টুলকে কাটিং টুলস বলা হয়। যেমন- বাসা-বাড়িতে মাছ, মাংস, সব্জি ইত্যাদি প্রক্রিয়া করতে ছুরি, চাকু, হাঁসুয়া, দা ইত্যাদি ব্যবহার হয়। আসবাবপত্র তৈরি ও মেরামত করতে- করাত, বাটালী, মাটাম, পলিশ ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়। চাষাবাদ কাজে- কাঁচি, কাস্তে, নিড়ানি, লাঙ্গল ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়। দালান-কোঠা ও রাস্তাঘাট নির্মাণে- কোদাল, বেলচা, চিজেল, গ্রাইন্ডার ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়। তাছাড়াও বিভিন্ন শিল্প-কলকারখানা ও ওয়ার্কশপে- কোনো কার্যবস্তুর আকার-আকৃতি প্রদানের জন্য হ্যাক'স , ড্রিল, গ্রাইন্ডিং হুইল ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়। বিধায় আমরা বলতে পারি বাসা-বাড়িতে, আসবাবপত্র তৈরি ও মেরামত করতে, চাষাবাদ কাজে, বিভিন্ন শিল্প-কলকারখানা ও ওয়ার্কশপে ইত্যাদি স্থানে বিভিন্ন দ্রব্য সামগ্রী বা কার্যবস্তুকে কাটা/ছেদন/কর্তন/ঘর্ষণের মাধ্যমে ক্ষয় করে প্রয়োজনীয় আকার ও আকৃতি প্রদান করা হয়। এ অধ্যায়ে আমরা বিভিন্ন প্রকার কাটিং টুলস এর পরিচিতি, ব্যবহার ও বিভিন্ন বস্তুতে তল মসৃণ করার কৌশল সম্পর্কে শিখতে পারব।

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- গ্রাইন্ডিং সম্পর্কে ব্যাখ্যা করতে পারব;
- কাটিং টুল সম্পর্কে বর্ণনা করতে পারব;
- কাটিং টুলের মেটেরিয়াল চিহ্নিত করতে পারব;
- কাটিং টুল গ্রাইন্ডিং সম্পর্কে বর্ণনা করতে পারব;
- মেশিন অপারেশনে ব্যবহৃত বিভিন্ন কাটিং টুলস গ্রাইন্ডিং করতে পারব;
- সারফেস গ্রাইন্ডিং সম্পর্কে ব্যাখ্যা করতে পারব;
- কার্য পদ্ধতি অনুযায়ী গ্রাইন্ডিং মেশিন সেটআপ এবং সমন্বয় করতে পারব;
- কার্যবস্তুর স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী সূক্ষ্মতা বজায় রাখতে ক্ল্যাম্পিং করতে পারব;
- মেজারিং টুলস ও ইকুইপমেন্ট ব্যবহার করে স্পেসিফিকেশনের সঠিকতা পরীক্ষা করতে পারব।

উল্লেখিত শিখনফল অর্জনের লক্ষ্যে এই অধ্যায়ে আমরা দু'টি জব সম্পন্ন করব। এ দু'টি জবের মাধ্যমে গ্রাইন্ডিং, কাটিং টুল গ্রাইন্ডিং সম্পর্কে বর্ণনা করা, কাটিং টুলের মেটেরিয়াল চিহ্নিত করা, কাটিং টুলের প্রকৃতি অনুযায়ী গ্রাইন্ডিং হুইল নির্বাচন করা ও মেশিন অপারেশনে ব্যবহৃত কাটিং টুল গ্রাইন্ডিং করার দক্ষতা অর্জন করা। জবগুলি সম্পন্ন করার পূর্বে প্রয়োজনীয় তাত্ত্বিক বিষয়সমূহ জানব।

১.১ গ্রাইন্ডিং (Grinding)

কোনো কিছুকে ক্ষয় করার একটি প্রক্রিয়ার নাম গ্রাইন্ডিং; ক্ষয়কারী টুল হিসাবে গ্রাইন্ডিং হুইল ব্যবহার করা হয়ে থাকে হুইল ক্ষয়কারী ও নিজে ক্ষয়রোধী বৈশিষ্ট্যের পদার্থ দিয়ে তৈরি হয়। এগুলো সাধারণত শক্ত পাথর কণা, কার্বন, কার্বাইড, সংকর ধাতু ইত্যাদি পদার্থ দিয়ে তৈরি হয়। গ্রাইন্ডিং হুইলের ধরন অনুযায়ী কোনো বস্তু হতে ঘর্ষণের মাধ্যমে অপ্রয়োজনীয় অংশ দ্রুত অপসারণ করা যায়, ঠিক তেমনি কোনো অমসৃণ তলকে বিভিন্ন মানে মসৃনও করা যায়।

১.১.১ গ্রাইন্ডিং হুইল (Grinding Wheel)

গ্রাইন্ডিং হুইল সাধারণত কার্যবস্তুর উপাদানের মসৃণতার উপর নির্ভর করে বিভিন্ন সংকর পদার্থের মিশ্রনে তৈরি হয়ে থাকে। গ্রাইন্ডিং হুইলের পরিমাপের ক্ষেত্রে বাহিরের ব্যাস, হুইলের পুরত্ব ও ছিদ্রের ব্যাস দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। যেমন-১৫০ মিমি × ২৫ মিমি × ৩০ মিমি হুইল বলতে বোঝায়- বাহিরের ব্যাস ১৫০মিমি, পুরুত্ব ২৫মিমি ও ছিদ্রের ব্যাস ৩০ মিমি।



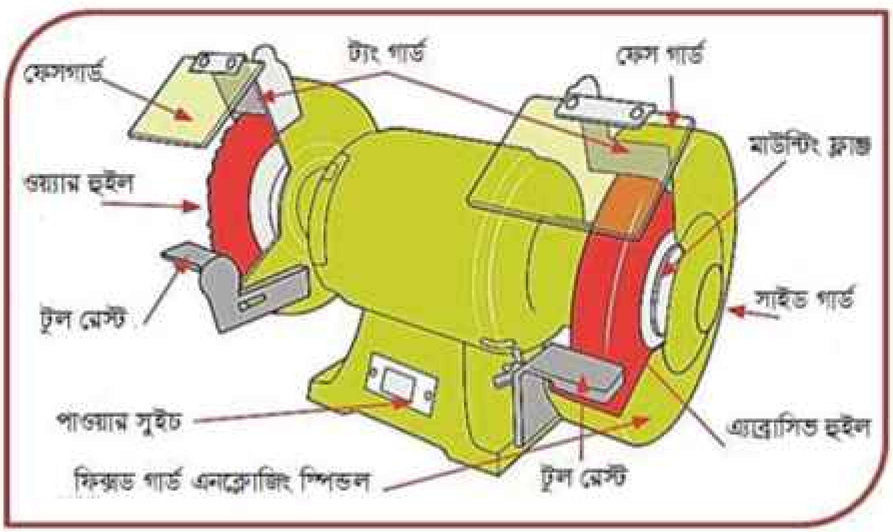
চিত্র-১.১ গ্রাইন্ডিং হুইল

২০২৫

১.১.২ গ্রাইন্ডিং মেশিনের নিরাপত্তা সরঞ্জাম

গ্রাইন্ডিং কাজে ব্যবহৃত গ্রাইন্ডিং মেশিন ও হুইলের নিরাপদ অবস্থান দরকার। যে গ্রাইন্ডিং করবে তাকে যেমন ব্যক্তিগত সুরক্ষা ও নিরাপত্তামূলক সরঞ্জাম ব্যবহার করতে হবে ঠিক তেমনি গ্রাইন্ডিং মেশিনেরও নিরাপত্তা সরঞ্জাম থাকা বাঞ্ছনীয়। সচারচর গ্রাইন্ডিং মেশিনের সাথে নিম্নেবর্ণিত সেফটি সামগ্রী সংযুক্ত করা থাকে।

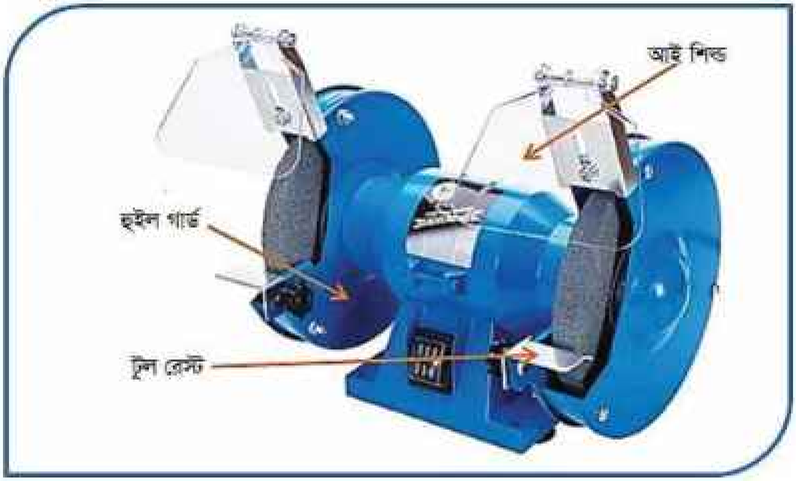
- আই শীল্ড (Eye Shield) বা ফেস গার্ড (Face Guard)
- হুইল গার্ড (Wheel Guard)
- টুল রেস্ট (Tool Rest)



চিত্র-১.২ গ্রাইন্ডিং মেশিনের নিরাপত্তা সরঞ্জাম

আই শীল্ড (Eye Shield)

আই শীল্ড, অপারেটরের চক্ষুকে হুইলের ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অ্যাব্রোসিভ (Abrasive) কণা ও ধাতুচূর্ণ হতে রক্ষা করে। আই শীল্ড স্বচ্ছ ও নিখুঁত হওয়া প্রয়োজন। কার্যবস্তুকে উত্তমরূপে দেখার জন্য অনেক ক্ষেত্রে আই শীল্ডের নিচের দিকে বৈদ্যুতিক বাল্ব লাগানোর ব্যবস্থা থাকে। আই শীল্ডের অবস্থান সবসময় কার্যবস্তু এবং অপারেটরের চক্ষুর মধ্যবর্তী স্থানে রাখা নিশ্চিত করতে হয়।



চিত্র-১.৩ গ্রাইন্ডিং মেশিনের আই শীল্ড, হুইল গার্ড ও টুল রেস্ট

হুইল গার্ড (Wheel Guard)

হুইল গার্ড কোনো বস্তুকে ঘুরন্ত গ্রাইন্ডিং হুইলের সংস্পর্শে আসতে বাধা দেয় এবং হুইলকে বাহ্যিক আঘাত পাওয়া থেকে রক্ষা করে। এ ছাড়া কোনো দুর্ঘটনার কারণে ঘুরন্ত হুইল ভেঙ্গে গেলে উহার ভগ্নাংশ যাতে চারদিকে ছুটে মারাত্মক দুর্ঘটনা ঘটাতে না পারে সে ব্যাপারে হুইল গার্ড সাহায্য করে।

টুল রেস্ট (Tool Rest)

কার্যবস্তুকে টুল রেস্টের উপর রেখে নিরাপদে গ্রাইন্ডিং করা হয়। এটি কাটিং টুল বা কার্যবস্তুকে নিরাপত্তার সাথে কাজ করতে সাহায্য করে। টুল রেস্ট ও হুইলের মধ্যে সম্ভাব্য সবচেয়ে কম ফাঁক থাকে; ফলে গ্রাইন্ডিং হুইল টুল রেস্টকে প্রায় স্পর্শ করে ঘুরে কিন্তু কোনো রিস্ক থাকেনা।

১.১.৩ গ্রাইন্ডিং হুইল তৈরির উপাদানসমূহ

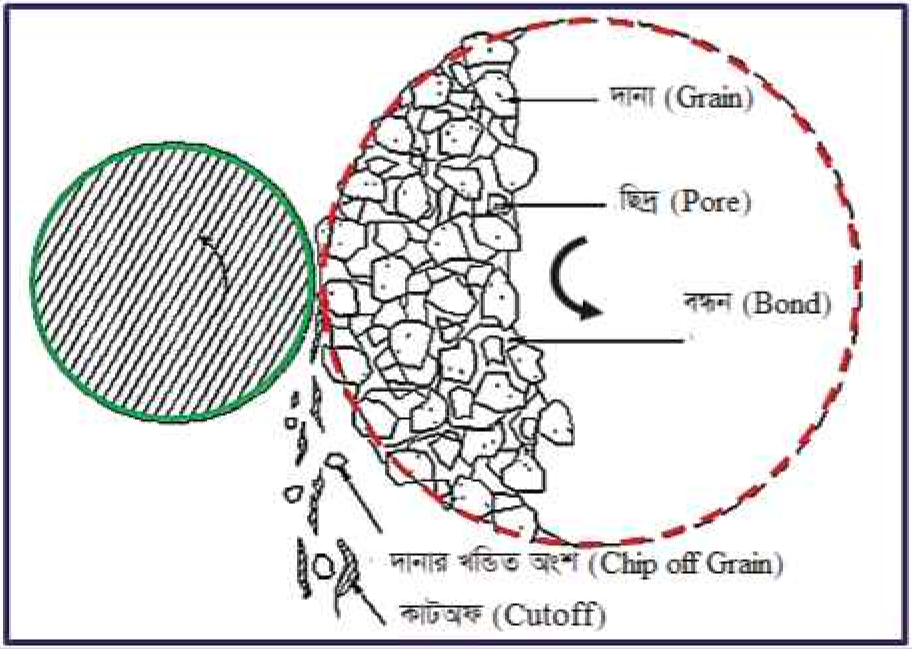
গ্রাইন্ডিং হুইল তৈরিতে বন্ডিং পদার্থের সাথে ক্ষয়কারী পদার্থের (Abrasive Material) কণা (Grain) ব্যবহার করা হয়। যেমন-

- অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড (Aluminum Oxide)
- সিলিকন কার্বাইড (Silicon Carbide)
- ডায়মন্ড (Diamond) ইত্যাদি।

গ্রাইন্ডিং হুইল তৈরিতে ব্যবহৃত বন্ডিং পদার্থ যেমন-

- ভিটরিফাইড (Vitrified)
- রেজিনয়েড (Resinoid)
- সিলিকেট (Silicate)
- শেলাক (Shellac)
- রাবার (Rubber) ইত্যাদি।

২০২৫



চিত্র-১.৪ গ্রাইন্ডিং হুইল তৈরির উপাদান

১.১.৪ অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড (Aluminum Oxide)

অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড একটি মজবুত ধারালো বিশিষ্ট অ্যাব্রেসিভ পদার্থ। ইহা দিয়ে তৈরি গ্রাইন্ডিং হুইল উচ্চ টেনসাইল স্ট্রেংথ (Tensile Strength) বিশিষ্ট ধাতুকে ক্ষয় করতে ব্যবহৃত হয়। যেমন-কার্বন স্টিল, অ্যালয় স্টিল, শক্ত ও নরম স্টিল, রট আয়রন, ব্রোঞ্জ ইত্যাদি। অ্যাব্রেসিভ এর আকার বড় হলে ধাতুকে দ্রুত কাটিং বা ক্ষয় করা যায় এবং ছোট হলে ধীরে ধীরে ক্ষয় হয়। ফলে কার্যবস্তুর পৃষ্ঠতল অপেক্ষাকৃত বেশি মসৃণ ও সুন্দর করা যায়।

১.১.৫ সিলিকন কার্বাইড (Silicon Carbide)

সিলিকন কার্বাইড অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড থেকে অনেক শক্ত এবং ভঙ্গুর হয়। এর সাহায্যে অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডকেও কাটা যায়। ইহা কম টানা বল (লো টেনসাইল স্ট্রেংথ) বিশিষ্ট ধাতু; যেমন– ঢালাই লোহা, অ্যালুমিনিয়াম, তামা, রাবার, টাংস্টেন কার্বাইড, মার্বেল, সিরামিক, ম্যাগনেসিয়াম, প্লাস্টিক, ফাইবার ইত্যাদি গ্রাইন্ডিং করার জন্য ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

১.১.৬ ডায়মন্ড (Diamond)

ডায়মন্ড সাধারণত দুই প্রকারের হয়–

- কৃত্রিম ডায়মন্ড (Artificial Diamond)
- প্রাকৃতিক ডায়মন্ড (Natural Diamond)

প্রাকৃতিক ডায়মন্ড খনি থেকে পাওয়া যায় এবং এর মূল্য খুব বেশি হয়। এর সাহায্যে বিভিন্ন প্রকার মূল্যবান এবং আকর্ষণীয় অলংকার সামগ্রী প্রস্তুত করা হয়। কৃত্রিম ডায়মন্ড শিল্প কারখানায় তৈরি করা হয় ফলে এর মূল্য কম। এর গুণগত মান প্রায়ই একই রূপ বিধায় গ্রাইন্ডিং হুইল উৎপাদন শিল্পে প্রাকৃতিক ডায়মন্ডের তুলনায় কৃত্রিম ডায়মন্ডের ব্যবহার দিন দিন বাড়ছে এবং বেশি সমাদৃত হচ্ছে। ডায়মন্ড সবচেয়ে শক্ত পদার্থ। মিতব্যয়িতার জন্য ডায়মন্ড হুইল সম্পূর্ণরূপে কৃত্রিম ডায়মন্ড কণা ও বন্ডিং মেটেরিয়্যালের সাহায্যে তৈরি করা হয়।

১.২ গ্রাইন্ডিং প্রক্রিয়া

কাজের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে গ্রাইন্ডিং প্রক্রিয়াকে আট ভাগে ভাগ করা যায়-

- সারফেস (Surface) গ্রাইন্ডিং
- সিলিন্ড্রিক্যাল (Cylindrical) বা নলাকার গ্রাইন্ডিং
- অভ্যন্তরীণ (Internal) গ্রাইন্ডিং
- কেন্দ্রহীন (Centerless) গ্রাইন্ডিং
- কনট্যুর (Contour) গ্রাইন্ডিং
- গিয়ার (Gear) গ্রাইন্ডিং
- থ্রেড (Thread) গ্রাইন্ডিং
- ফরম অ্যান্ড প্রোফাইল (Form and Profile) গ্রাইন্ডিং

১.২.১ সারফেস (Surface) গ্রাইন্ডিং

কোনো কার্যবস্তু বা টুলের ফেস বা তল গ্রাইন্ডিং করার ক্ষেত্রে এ ধরনের প্রক্রিয়া ব্যবহার করা হয়। যেমন- সিঙ্গেল পয়েন্ট ও মাল্টিপয়েন্ট কাটিং টুলের বিভিন্ন কাটিং এজ তৈরি এবং কোনো তলের সারফেস মসৃন করার জন্য বেশি ব্যবহৃত হয়।



চিত্র-১.৫ সারফেস গ্রাইন্ডিং

১.২.২ সিলিন্ড্রিক্যাল (Cylindrical) বা নলাকার গ্রাইন্ডিং

সিলিন্ড্রিক্যাল বা চৌঙ্গাকৃতির কোনো কার্যবস্তুর সারফেস মসৃণ করার জন্য এ প্রক্রিয়ায় গ্রাইন্ডিং করা হয়। এ ধরনের মসৃণতার কাজে কার্যবস্তু ও গ্রাইন্ডিং হুইল উভয়ই ঘূর্ণায়মান থাকে আবার যেকোনো একটিও ঘুরে এ কাজ সমাধান করতে পারে।



চিত্র-১.৬ সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং

১.২.৩ অভ্যন্তরীণ (Internal) গ্রাইন্ডিং

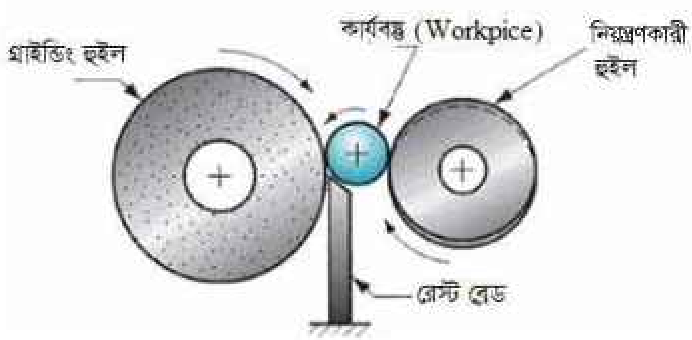
এটি তুলনামূলক জটিল প্রক্রিয়া। এই প্রক্রিয়ার বোর (Bores) ও ছিদ্র (Holes) গ্রাইন্ডিং করার জন্য শিল্পকারখানায় সবচেয়ে বেশি ব্যবহার হয়।



চিত্র-১.৭ অভ্যন্তরীণ গ্রাইন্ডিং

১.২.৪ কেন্দ্রহীন (Centerless) গ্রাইন্ডিং

কেন্দ্রহীন গ্রাইন্ডিং এ কার্যবস্তু দুটি গ্রাইন্ডিং হুইলের মধ্যে রাখা হয় এবং হুইল দুটি একই দিকে কিন্তু ভিন্ন গতিতে ঘূর্ণায়মান থাকে। একটি গ্রাইন্ডিং হুইলের অক্ষ স্থির থাকে, অন্যটি স্থির থাকেনা; ফলে অসম আকৃতির কার্যবস্তুকে গ্রাইন্ডিং করা যায়, এতে গ্রাইন্ডিং হুইল স্থায়িত্ব বৃদ্ধি পায়।



চিত্র-১.৮ কেন্দ্রহীন গ্রাইন্ডিং

১.২.৫ কনট্যুর (Contour) গ্রাইন্ডিং

প্রোফাইল গ্রাইন্ডিং মেশিন ব্যবহার করে অনিয়মিত আকৃতির কোনো কার্যবস্তুতে গ্রাইন্ডিং করাকে কনট্যুর বলা হয়। অনেক সময় এ প্রক্রিয়ায় মাস্টার পিস থেকে কপিও করা যায়।



চিত্র-১.৯ কনট্যুর গ্রাইন্ডিং

১.২.৬ গিয়ার টিথ (Gear Teeth) গ্রাইন্ডিং

বিভিন্ন ধরনের গিয়ার টিথ গ্রাইন্ডিং করার জন্য এ প্রক্রিয়া ব্যবহার করা হয়। গিয়ার টিথগুলোর সাথে সমন্বয় করে গ্রাইন্ডিং হুইলকে স্থাপন করা হয়। এ ধরনের অপারেশনে অনেকগুলো গ্রাইন্ডিং হুইল থাকে। দীর্ঘ সময় গিয়ার ব্যবহারের ফলে গিয়ারের দাঁতের আকৃতি অনিয়মিত হলে এ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে সমাধান করা হয়।



চিত্র-১.১০ গিয়ার গ্রাইন্ডিং

১.২.৭ থ্রেড (Thread) গ্রাইন্ডিং

বিভিন্ন ধরনের থ্রেড গ্রাইন্ডিং করার জন্য এ প্রক্রিয়া ব্যবহার করা হয়। থ্রেডের সাথে সমন্বয় করে গ্রাইন্ডিং হুইলকে স্থাপন করা হয়। এ প্রক্রিয়ায় থেড গ্রুভের তল মসৃণ করা ও থ্রেডসমূহের দাঁতের আকৃতি সমান করা হয়।



চিত্র-১.১১ থ্রেড গ্রাইন্ডিং

১.২.৮ ফরম অ্যান্ড প্রোফাইল (Form and Profile) গ্রাইন্ডিং

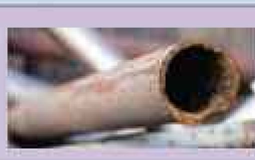
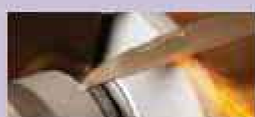


চিত্র-১.১২ ফরম অ্যান্ড প্রোফাইল গ্রাইন্ডিং

কার্যবস্তুর গ্রাইন্ডিং অংশের অনুরূপ আকৃতির করে গ্রাইন্ডিং হুইল তৈরি করা হয়, তাই এ ধরনের গ্রাইন্ডিং হুইলকে অনেক সময় কনট্যুর হুইলও বলা হয়। এটি বিশেষ ধরনের গ্রাইন্ডিং প্রক্রিয়া। বহুল উৎপাদন শিল্প-কারখানায় ইহা ব্যবহার করা হয়। তবে এই পদ্ধতি ব্যয় বহুল।

এসো নিজে করি

ইতোমধ্যে তুমি অনেকগুলি গ্রাইন্ডিং প্রক্রিয়া সম্পর্কে জেনেছ। নিম্নছকে কয়েকটি গ্রাইন্ডিং কাজের ছবি উল্লেখ করা হয়েছে। তুমি কাজগুলোতে কোন ধরনের গ্রাইন্ডিং প্রক্রিয়া ব্যবহার করবে তার নাম এবং কেন সেই প্রক্রিয়া ব্যবহার করবে এ বিষয়ে মতামত লেখ।

ক্র. নং	কাজের নাম	ছবি দেখে উত্তর লেখ	গ্রাইন্ডিং প্রক্রিয়ার নাম	মতামত
১	পাইপের ভিতরের মরিচা পরিষ্কার করা			
২	ছুরি শান করা			
৩	মার্বেল পাথরের কিনার (প্রান্ত বা পার্শ্ব) ডিজাইন করা			

১.৩ গ্রাইন্ডিং মেশিনের প্রকার

গ্রাইন্ডিং মেশিনের কাঠামো ও কাজের প্রকৃতি অনুসারে নিম্নরূপভাবে ভাগ করা যায়-

১.৩.১ গ্রাইন্ডারের কাঠামো অনুসারে-

- বেঞ্চ (Bench) গ্রাইন্ডার
- প্যাডেস্টাল (Padestal) গ্রাইন্ডার
- টুল অ্যান্ড কাটিং (Tool and Cut) গ্রাইন্ডার
- হ্যান্ড (Hand) গ্রাইন্ডার ইত্যাদি।


বেঞ্চ গ্রাইন্ডার


প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডার


কাটিং গ্রাইন্ডার


হ্যান্ড গ্রাইন্ডার

চিত্র-১.১৩ গ্রাইন্ডিং মেশিন

১.৩.২ কাজের প্রকৃতি অনুসারে-

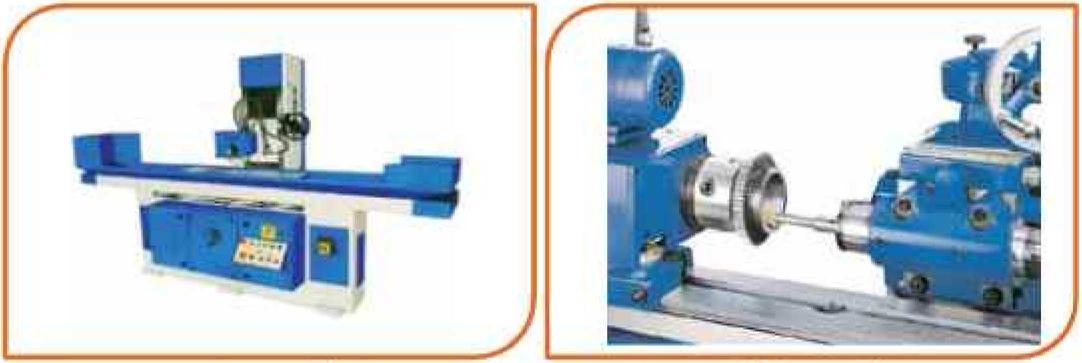
- ইউনিভার্সাল (Universal) গ্রাইন্ডার
- প্লাঞ্জ কাট (Plunge Cut) গ্রাইন্ডার
- সেন্টারলেস (Centreless) গ্রাইন্ডার
- সিলিন্ড্রিক্যাল (Cylindrical) গ্রাইন্ডার
- সারফেস (Surface) গ্রাইন্ডার
- ইন্টার্নাল (Internal) গ্রাইন্ডার ইত্যাদি।


ইউনিভার্সাল গ্রাইন্ডার


প্লাঞ্জ কাট গ্রাইন্ডার


সেন্টারলেস গ্রাইন্ডার


সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডার



সারফেস গ্রাইন্ডার ইন্টারনাল গ্রাইন্ডার

চিত্র-১.১৪ গ্রাইন্ডিং মেশিন

অনুসন্ধানমূলক প্রশ্ন

তুমি তোমার বাড়ির আঙ্গীনার বাগানে একটি দা দিয়ে কাজ করে দা'টি ঘরের মেঝেতে রেখে দিয়েছিলে। কিছুদিন পর আবারো বাগানে কাজ করার জন্য দা'টি প্রয়োজন হলে তুমি দেখতে পেলে দা'টিতে অনেক মরিচা পড়েছে এবং কোনো ধার নাই। এ অবস্থায় তুমি দা এর মরিচা ও ধারালোর জন্য কোন ধরনের গ্রাইন্ডিং টুল ও প্রক্রিয়া ব্যবহার করবে এবং কেন?

ক্রম	প্রক্রিয়ার নাম	গ্রাইন্ডিং মেশিনের নাম	মন্তব্য
১			
২			
৩			
৪			

১.৪ কাটিং টুল

মেশিন অপারেশনে কাটিং টুল এক ধরনের টুল। যাহা কার্যবস্তু থেকে অপ্রয়োজনীয় ধাতু বা পদার্থকে অপসারণ করে প্রত্যাশিত আকার দিতে সাহায্যে করে। কাটিং টুলের দেহ বা বডিকে শ্যাঙ্ক বলে, শ্যাঙ্কের শেষ প্রান্তেই কাটিং অংশ থাকে। কাটিং টুলগুলি হীরা (Diamond), উচ্চ গতির ইস্পাত (High Speed Steel), সিমেন্টেড কার্বাইড(Cemented Carbide), সারমেট(Cermet), সিরামিক্স (Ceramics) ইত্যাদি পদার্থ দ্বারা তৈরি হয়ে থাকে।

.৫ কাটিং টুলের শ্রেণি

কাটিং টুলকে কাটিং এজ বা কাটিং পয়েন্টের উপর ভিত্তি করে দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যেমন-

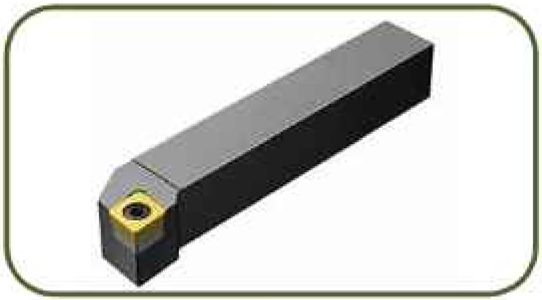
- সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুল
- মাল্টিপয়েন্ট কাটিং টুল

১.৫.১ সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুল

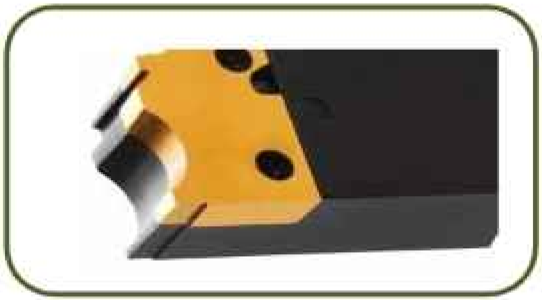
সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুলে একটি মাত্র কাটিং এজের মাধ্যমে কার্যবস্তু থেকে ধাতু অপসারণ করা যায়। যেমন- শেয়ার টুল, লেদ টুল, প্লেনার টুল ইত্যাদি।

কার্যবস্তুর ধাতুকে অপসারণের উপর ভিত্তি করে কাটিং টুলকে পাঁচ ভাগে ভাগ করা যায়। যমন-

- টার্নিং টুল (Turning Tool)
- শেপিং টুল (Shaping Tool)
- প্লানিং টুল (Planning Tool)
- স্লটিং টুল (Slotting Tool)
- বোরিং টুল (Boring Tool)



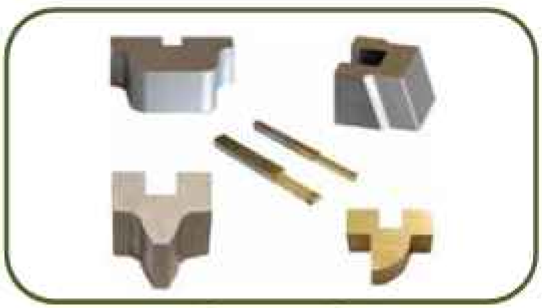
চিত্র-১.১৫ টার্নিং টুল



চিত্র-১.১৬ শেপিং টুল



চিত্র-১.১৭ প্লানিং টুল



চিত্র-১.১৮ স্লটিং টুল



চিত্র-১.১৯ বোরিং টুল

২০২৫

যন্ত্রাংশ বা সরঞ্জাম বিবেচনায় আরো সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুলস আছে। যেমন-

- ফ্লাই কাটার (Fly Cutter) শিয়ার্স (Shears)
- স্নিপস (Snips)
- ওয়েল্ডার্স (Welders)
- এজ চামফারিং কাটিং টুল (Edge Chamfering Cutting Tool) ইত্যাদি।



চিত্র-১.২০ ফ্লাই কাটার



চিত্র-১.২১ শিয়ার্স



চিত্র-১.২২ স্নিপস



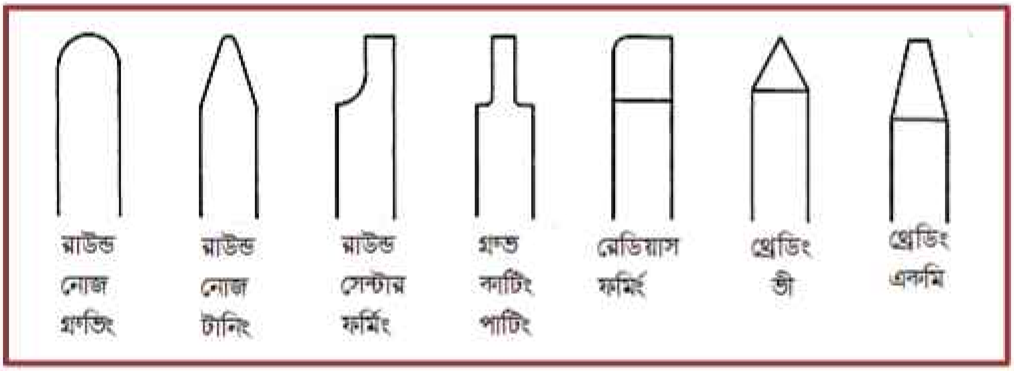
চিত্র-১.২৩ ওয়েল্ডার্স



চিত্র-১.২৪ এজ চামফারিং কাটিং সরঞ্জাম

কার্যবস্তুতে প্রত্যাশিত আকৃতি প্রদানের ভিত্তিতে সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুলকে পাঁচ ভাগে ভাগ করা যায় -

- সাইড কাটিং টুল (Side Cutting Tool)
- ফরম টুল (Form Tool)
- গ্রুভিং টুল (Grooving Tool)
- ভি-টুল (V- Tool)
- থ্রেড টুল (Thread Tool)



চিত্র-১.২৫ বিভিন্ন পয়েন্ট টুল

১.৫.২ মাল্টিপয়েন্ট কাটিং টুল

মাল্টিপয়েন্ট কাটিং টুলে দুই বা দুইয়ের অধিক কাটিং এজ থাকে, যা একই সাথে কার্যবস্তু থেকে ধাতু অপসারণ করে। যেমন- মিলিং কাটার, গ্রাইন্ডিং হুইল ইত্যাদি।

কার্যবস্তুর ধাতুকে অপসারণের জন্য ব্যবহৃত মেশিনের উপর ভিত্তি করে পাঁচ ভাগে ভাগ করা যায়। যেমন-

- মিলিং কাটার (Milling Cutter)
- গ্রাইন্ডিং হুইল (Grinding Wheel)
- রিমার (Reamer)
- হোন (Hone)
- ব্রোচ (Broach)



চিত্র-১.২৬ মিলিং কাটার



চিত্র-১.২৭ রিমার



চিত্র-১.২৮ ব্রোচ



চিত্র-১.২৯ হোন

যন্ত্রাংশ বা সরঞ্জাম বিবেচনায় মাল্টিপয়েন্ট কাটিং টুলসসমূহ, যেমন-

ড্রিল (Drill), চপ'স (Chop Saw), গ্রাইন্ডার (Grinder), রোটারি কাটার (Rotary Cutter) সেন্টার ড্রিলস (Centre Drills), কাঁচি (Scissors), রিমার (Reamer), সীম রিপার (Seam Ripper) ইত্যাদি।

কাটিং টুলের গতি বিবেচনা করে টুলকে তিনভাগে ভাগ করা যায়-

১. সরল রৈখিক গতি (Linear Motion) – Lathe Tools, Brooches
২. ঘূর্ণায়ন গতি (Rotary Motion)- Milling Cutters, Grinding Wheels
৩. সরল রৈখিক ও ঘূর্ণায়ন গতি (Linear and Rotary Motion)- Drills, Taps ইত্যাদি।

টুল সিগনেচার

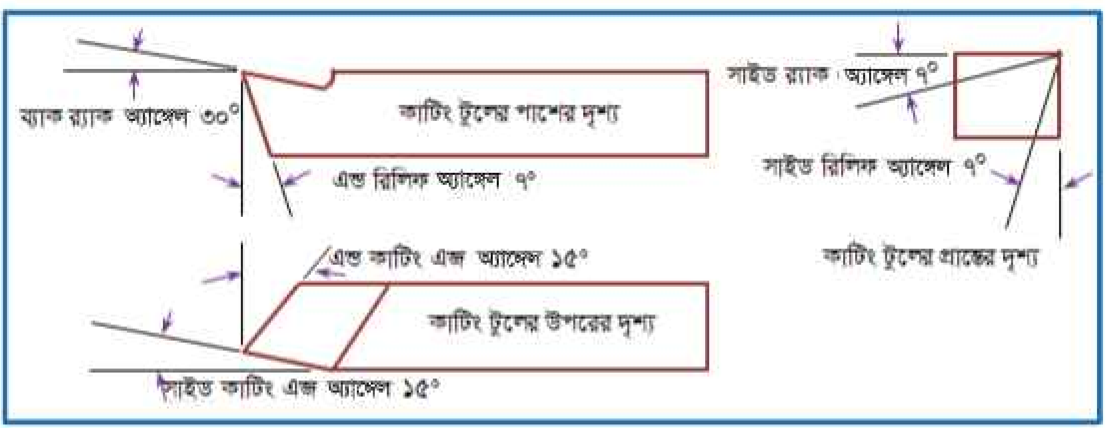
একটি সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুলের নোজ রেডিয়াস (Nose Radius) এবং মৌলিক কোণের পর্যায়ক্রমিক তালিকা যে সংখ্যার মাধ্যমে প্রকাশ করা হয় তাকে টুল সিগনেচার বলে।

উদাহরণ: ০-৭-৭-৭-১৫-১৫-২
ব্যাক র‍্যাক এ্যাঙ্গেল = ০°
সাইড র‍্যাক এ্যাঙ্গেল = ৭°
এন্ড রিলিফ এ্যাঙ্গেল = ৭°
সাইড রিলিফ এ্যাঙ্গেল = ৭°
এন্ড কাটিং এজ এ্যাঙ্গেল = ১৫°
সাইড কাটিং এজ এ্যাঙ্গেল = ১৫°
নোজ রেডিয়াস = ২ এমএম

টুল জিওমেট্রি (Geometry)

সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুলের মৌলিক কোণসমূহকে একত্রে টুল জিওমেট্রি বলা হয়।

সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুল জিওমেট্রি

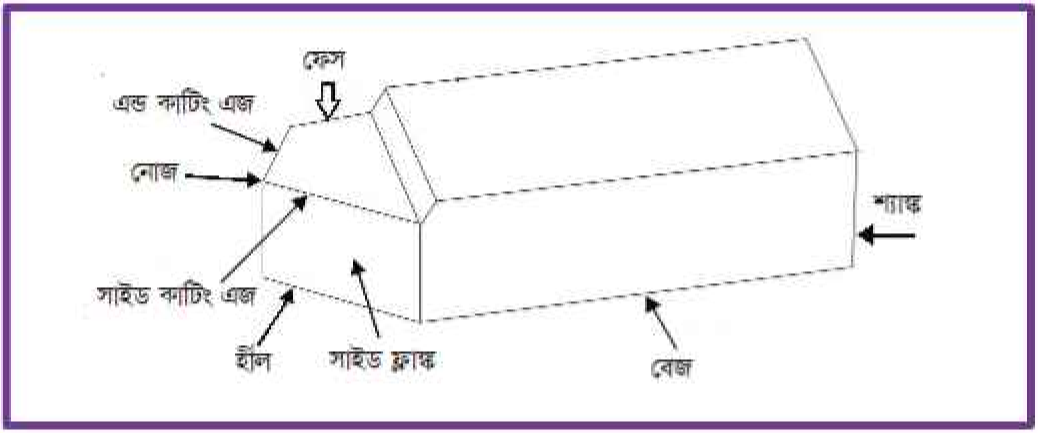


চিত্র-১.৩০ টুল জিওমেট্রি

২০২৫

সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুলের বিভিন্ন অংশসমূহ-

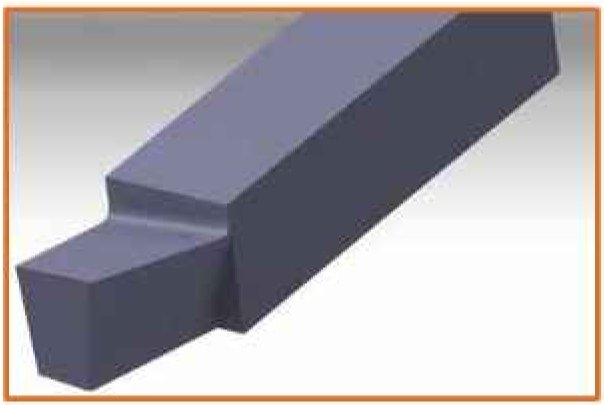
- শ্যাঙ্ক (Shank)
- ফ্লাঙ্ক (Flank)
- ফেস (Face)
- হিল (Heel)
- নোজ (Nose)
- নোজ রেডিয়াস (Nose Radius)
- কাটিং এজ (Cutting Edge) ইত্যাদি।



চিত্র-১.৩১ কাটিং টুলের বিভিন্ন অংশ

শ্যাঙ্ক

শ্যাঙ্ক কাটিং টুলের মূল দেহ, যাহা কাটিং টুলকে ধরে রাখতে সাহায্যে করে।



চিত্র-১.৩২ কাটিং টুলের ত্রি-মাত্রীক দৃশ্য

ফ্লাঙ্ক

কাটিং টুলের কাটিং এজের নিচে লাগালাগি তল বা তলসমূহকে ফ্লাঙ্ক বলে।

ফেস

কাটিং টুলের যে তলের উপর দিয়ে চিপ গড়ে পড়ে যায় তাকেই ফেস বলে।

হিল

ইহা কাটিং টুলের ফ্ল্যাঙ্ক ও বেজের মধ্যেকার ইন্টারসেকশন। কাটিং টুলের তলা থেকে নোজ পর্যন্ত কোণকেই হিল বলে।

নোজ

সাইড কাটিং এজ এবং এন্ড কাটিং এজের মিলিত বিন্দুকেই নোজ বলে।

২০২৫

নোজ রেডিয়াস

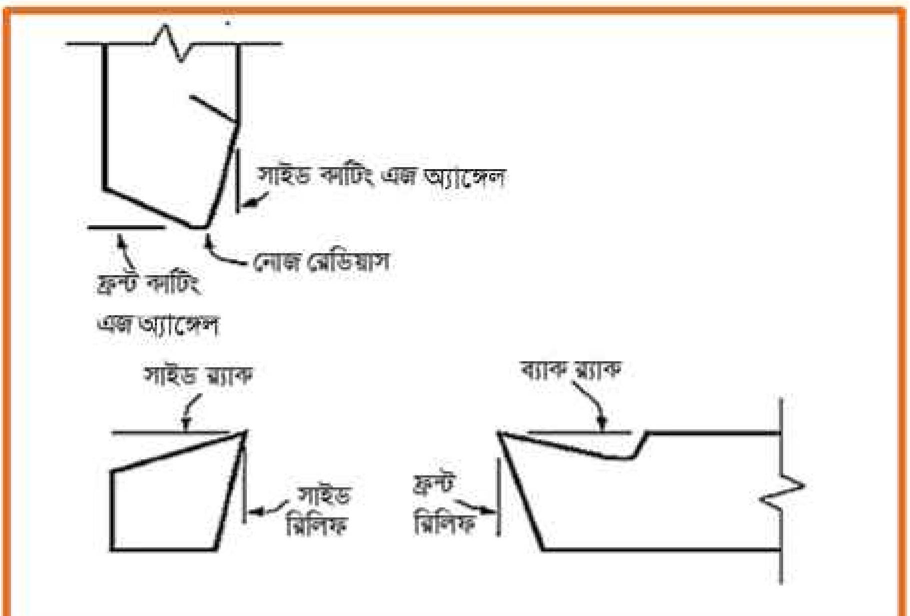
সাইড কাটিং এজ এবং এন্ড কাটিং এজের মিলিত বিন্দু পয়েন্ট আকারে বা সূঁচালো না করে কিছুটা বৃত্তাকার করা হয়; আর এই অংশকেই নোজ রেডিয়াস বলে। ফলে টুলের স্থায়িত্ব বৃদ্ধি পায় এবং সারফেস ফিনিশ ভাল হয়।

কাটিং এজ

কাটিং টুলের ফেসের উপরের অংশকে কাটিং এজ বলে। ইহা কার্যবস্তু হতে ধাতু অপসারণ করে থাকে এবং টুলের সাইড কাটিং এজ ও এন্ড কাটিং এজ নিয়ে গঠিত হয়।

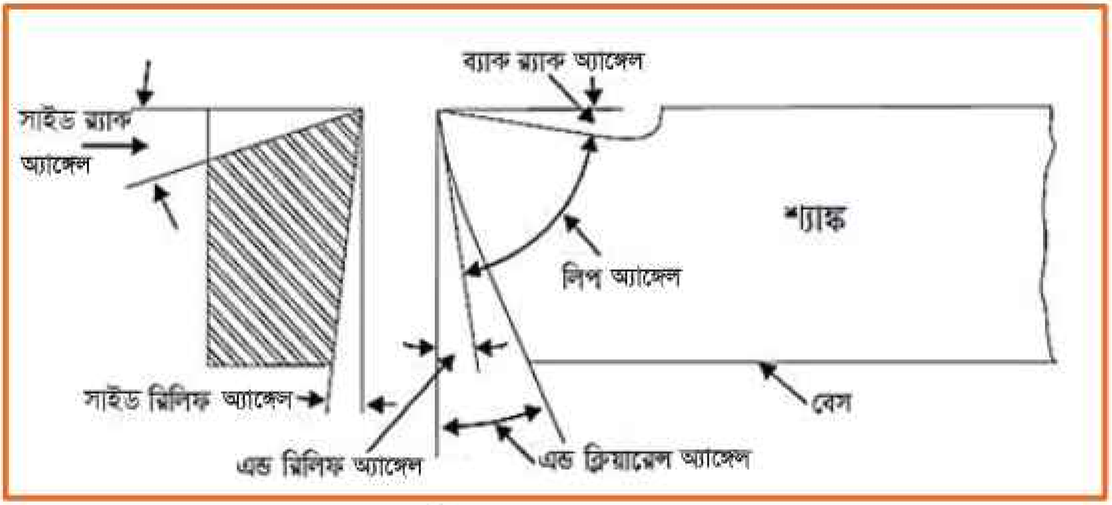
কোণসমূহ (Angles)

- সাইড কাটিং এজ অ্যাঙ্গেল(Side Cutting Edge Angle)
- এন্ড কাটিং এজ অ্যাঙ্গেল (End Cutting Edge Angle)
- সাইড রিলিফ অ্যাঙ্গেল(Side Relief Angle)
- ব্যাক র‍্যাক অ্যাঙ্গেল (Back Rack Angle)
- সাইড র‍্যাক অ্যাঙ্গেল (Side Rack Angle)



চিত্র-১.৩৩ সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুলের কোণ ও এজসমূহ

ব্যাক র‍্যাক অ্যাঙ্গেল



চিত্র-১.৩৪ র‍্যাক অ্যাঙ্গেলসমূহ

টুলের ফেস টুল হোল্ডার বেসের সমান্তরাল রেখার সাথে যে কোণ তৈরি করে তাকে ব্যাক র‍্যাক অ্যাঙ্গেল বলে। চিপ প্রবাহের দিককে পরিচালিত করা এবং কাটিং পয়েন্টকে রক্ষা করাই এই অ্যাঙ্গেলের উদ্দেশ্য। ব্যাক র‍্যাক অ্যাঙ্গেলের পরিমাণ কার্যবস্তুর উপর নির্ভর করে।

ব্যাক র‍্যাক অ্যাঙ্গেল তিন প্রকার। যেমন-

ক) পজিটিভ ব্যাক র‍্যাক অ্যাঙ্গেল
খ) নেগেটিভ ব্যাক র‍্যাক অ্যাঙ্গেল
গ) নিউট্রাল ব্যাক র‍্যাক অ্যাঙ্গেল।

সাইড র‍্যাক অ্যাঙ্গেল

ফেস ও বেসের সমান্তরাল তলের মধ্যে যে কোণ সৃষ্টি হয় তাকে সাইড র‍্যাক অ্যাঙ্গেল বলে। এ কোণের উপর চিপস বাঁকা হওয়া নির্ভর করে। অ্যাঙ্গেল বেশি হলে বাঁকা হওয়ার পরিমাণ কমে যায়। কিন্তু তলের মসৃণতা বৃদ্ধি পায়। অ্যাঙ্গেল কমে গেলে চিপস বেশি বাঁকা হয়।

এন্ড রিলিফ অ্যাঙ্গেল

এন্ড ফ্ল্যাঙ্ক টুল বেসের লম্ব রেখার সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে এন্ড রিলিফ অ্যাঙ্গেল বলে। ওয়ার্কপিস এবং টুলের মধ্যে ঘর্ষণ রোধে এ কোণ সহায়তা করে। যদি কোণ বড় হয় তাহলে টুলের কাটিং এজ সাপোর্ট বিহীন হয়ে পড়ে এবং ভেঙ্গে যায়। আবার যদি এ কোণ খুব ছোট হয়, তাহলে জবের সাথে কাটিং টুলের ঘর্ষণ হবে। ফলে কর্তন ঠিক মতো হবে না এবং মসৃণতাও ভাল হবে না। এ কোণ ৬ ডিগ্রি থেকে ১০ ডিগ্রি উঠা-নামা করে।

সাইড রিলিফ অ্যাঙ্গেল

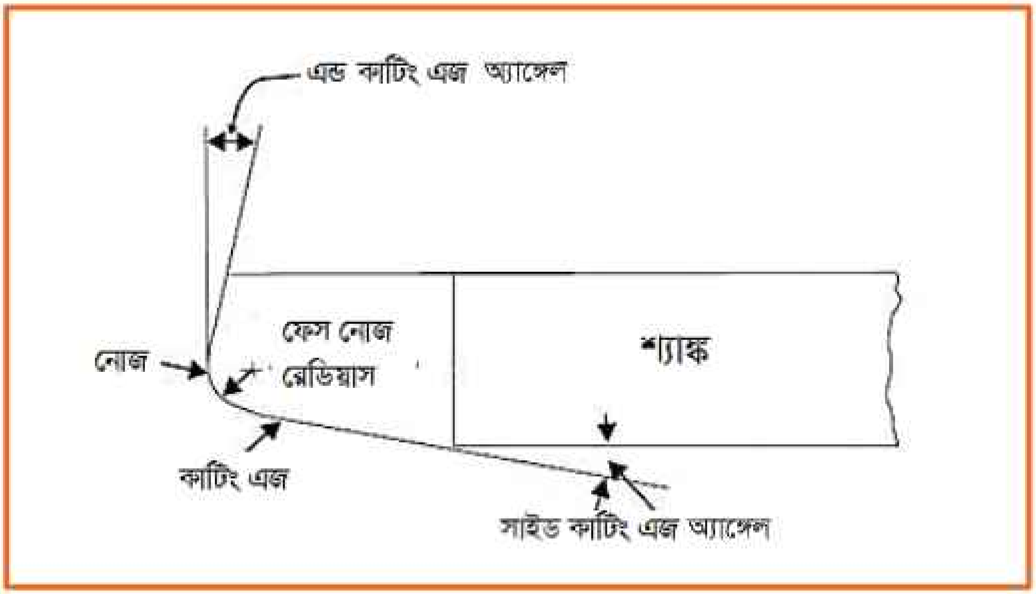
পার্শ্ব ফ্ল্যাঙ্ক এবং টুল বেসের লম্বা রেখার সাথে সৃষ্ট কোণকে সাইড রিলিফ অ্যাঙ্গেল বলে। এ অ্যাঙ্গেলের কারণে ঘর্ষণ ছাড়াই মেশিনিং করা যায়।

সাইড কাটিং এজ অ্যাঙ্গেল

সাইড কাটিং এজ অ্যাঙ্গেলকে অনেক সময় লীড অ্যাঙ্গেলও বলে। কাটিং টুলের শ্যাঙ্ক সাইড ও সাইড কাটিং এজের মধ্যেকার কোণকেই সাইড কাটিং এজ অ্যাঙ্গেল বলে।

এন্ড কাটিং এজ অ্যাঙ্গেল

টুলফেস টুল শ্যাঙ্কের পার্শ্বতলের লম্ব রেখার সাথে যে কোণ সৃষ্টি করে তাকে এন্ড কাটিং এজ কোণ বলে। ওয়ার্কপিস এবং টুলের কিনারার মধ্যে ঘর্ষণ পরিহার করার জন্য এ অ্যাঙ্গেল দেয়া হয়।



চিত্র-১.৩৫ সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুলের বিভিন্ন কোণসমূহ

ড্রিল (Drill)

ড্রিল এমন এক ধরনের কাটিং টুল যাহা কার্যবস্তুতে ছিদ্র করার কাজে ব্যবহৃত হয়। ড্রিল বিটের ডগায় (শীর্ষ বা আগা) কাটিং অংশ থাকে এবং চিপগুলো বের হয়ে আসার জন্য বডিতে খাঁজ (Groove) থাকে। কাজের প্রয়োজন অনুসারে এটি বিভিন্ন প্রকৃতির হয়ে থাকে। ড্রিল বহুল ব্যবহৃত কাটিং টুল।

রিমার (Reamer)

রিমার এক ধরনের কাটিং টুল। কার্যবস্তুতে ছিদ্র করার কাজে ড্রিল ব্যবহৃত হয়। ড্রিল অপারেশনের পরে ঐ ছিদ্রকে অধিক মসৃণতার জন্য ব্যবহার করা হয়। কাজের ধরণ অনুসারে রিমারের একাধিক কাটিং প্রান্ত (Edges) থাকতে পারে। অনেক ক্ষেত্রে রিমারের কাটার অংশ কয়েক ধাপের হয় যা কিনা ছিদ্রে ব্যাসের ধরনের উপর নির্ভর করে।

মিলিং টুলস (Milling Tools)

এটি মাল্টিপয়েন্ট কাটিং টুল যাহা ডিস্ক বা নলাকার (Disk or Cylindrical Body) দেহের প্রান্তে সাজানো থাকে। এ ধরনের কাটিং টুল মিলিং মেশিন ও মিলিং সেন্টারে ব্যবহৃত হয়। এন্ডমিল (Endmill) শ্যাঙ্ক টাইপ বডির প্রান্তে কাটিং অংশ থাকে বিধায় এর নাম এন্ড মিল।

ব্রোচ (Broach)

ব্রোচ এমন এক ধরনের কাটিং টুল যার সাহায্যে কোনো ছিদ্রের সারফেসকে মেশিনিং করার কাজে ব্যবহৃত হয়। বারের মতো দন্ড বা বডিতে অসংখ্য কাটিং এজ থাকে যাহা ঘূর্ণায়মান অবস্থায় কাজ করে।

টেপ ও থ্রেড কাটিং ডাই (Tap and Thread Cutting Die)

কোনো ছিদ্রের ভিতরে থ্রেড কাটার কাজে কাটিং টুল হিসাবে থ্রেড কাটিং ট্যাপ ব্যবহার হয়। গোলাকার বস্তুর বাহির পৃষ্ঠে থ্রেড কাটার জন্য ডাই ব্যবহার করা হয়।

১.৬ কাটিং টুল ম্যাটেরিয়াল

কার্যবস্তুর কাঠিন্যতার (Hardness) উপর ভিত্তি করে কাটিং টুলে বিভিন্ন ধরনের ম্যাটেরিয়াল ব্যবহার করা হয়-

১.৬.১ কার্বন টুল স্টিল (Carbon Tool Steel)

সাধারণত স্বল্প গতির মেশিনিং অপারেশনের জন্য কার্বন টুল ইস্পাত ব্যবহার করা হয় । এই কার্বন স্টিল ঘর্ষণ প্রতিরোধী হওয়ায় কাটিং এজের ধারালো অংশ সহজে নষ্ট হয় না। কার্বন স্টিলের মেশিনিং এবিলিটি গুণগত মান ভাল। তবুও ২৫০ ডিগ্রী সেন্ট্রিগ্রেড তাপমাত্রায় এর কাঠিন্যতা হ্রাস পায় বিধায় আধুনিক মেশিনিং অপারেশনে কম ব্যবহার হয়। তুলনামূলক নরম ধাতু যেমন- ম্যাগনেসিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম, ব্রাস ইত্যাদি মেশিনিং এ মিলিং, টার্নিং, ফরমিং ও টুইস্ট ড্রিল বিটে কার্বন টুল ইস্পাত ব্যবহার করা হয়।

১.৬.২ হাই-স্পিড স্টিল (High-Speed Steel)

হাই কার্বন ইস্পাতের সাথে সংকর ধাতু হিসাবে টাংস্টেন, মলিবডেনাম, ক্রোমিয়াম ইত্যাদির মিশ্রিনে হাই-স্পিড স্টিল তৈরি করা হয়। কাজ করার সময় টুল ও জবের ঘর্ষণে উচ্চ তাপ মাত্রার সৃষ্টি হয়। টুলের স্থায়িত্বতা বৃদ্ধি করার জন্য মেশিনিং অপারেশনের সময় কুল্যান্ট ব্যবহার করা হয়। তবে ৬৫০ ডিগ্রী সেন্ট্রিগ্রেড তাপমাত্রায় এর কাঠিন্যতা হ্রাস পায়। ইহা ড্রিলস, মিলার কাটার্স, সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুল, ব্রোচ (Broach) ইত্যাদি কাজে ব্যবহার করা হয়।

১.৬.৩ সিমেন্ট কার্বাইড (Cemented Carbide)

সিমেন্টেড কার্বাইড টুল ম্যাটেরিয়াল বাইন্ডার হিসাবে কোবাল্টসহ ট্যানট্যালাম, টাংস্টেন ও টাইটানিয়াম কার্বাইড ব্যবহার হয়। সিমেন্টেড কার্বাইড কাটিং টুলগুলি খুব শক্ত এবং ১০০০ ডিগ্রী সেলসিয়াস এর উপর তাপমাত্রায়ও ভালভাবে কাজ করতে পারে।

১.৬.৪ সিরামিক টুল (Ceramics Tools)

সিরামিক টুলে উপকরণ হিসাবে অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড এবং সিলিকন নাইট্রাইড ব্যবহৃত হয়। এই পদার্থের উচ্চ সংবেদনশীল (Sensitive) গুণ রয়েছে এবং ১৮০০ ডিগ্রি সেলসিয়াস পর্যন্ত তাপমাত্রা সহ্য করতে পারে। সিরামিক টুলে কাটিং টুলের টুল ফেস ও চিপের সাথে ঘর্ষণ কম হয় এবং তাপ পরিবাহিতা ক্ষমতা কম বলে মেশিনিং অপারেশনে কুল্যান্ট ব্যবহারের প্রয়োজন হয় না; বরং কার্যবস্তুর তল ভালভাবে মসৃণতা পাওয়া যায়। পরিবাহিতা ক্ষমতা কম বলে মেশিনিং অপারেশনে কুল্যান্ট ব্যবহারের প্রয়োজন হয় না; বরং কার্যবস্তুর তলে ভাল মসৃণতা পাওয়া যায়।

১.৬.৫ কিউবিক বোরন নাইট্রাইড (CBN-Cubic Boron Nitride)

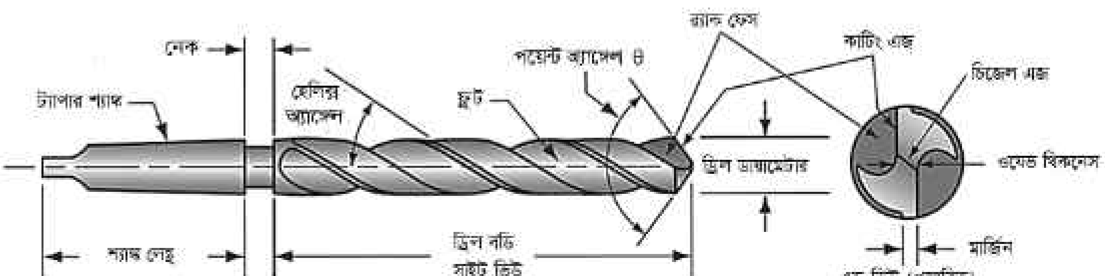
হীরার পরে এটিই দ্বিতীয় শক্ত ধাতু বলে গ্রাইন্ডিং হুইলে ক্ষয়কারী পদার্থ হিসাবে অধিক ব্যবহৃত হয়। এই জাতীয় পদার্থ নিজে খুবই কম ক্ষয় হয় ফলে গ্রাইন্ডিং হুইল সহজে নষ্ট হয় না।

১.৬.৬ হীরা (Diamond)

হীরা সবচেয়ে শক্ত পদার্থ ও ব্যয়বহুল। হীরা উচ্চতাপ পরিবাহিতা এবং উচ্চ গলনাঙ্ক গুণ সম্পন্ন পদার্থ। তাপের প্রসারণ কম ঘটে এবং উচ্চ ক্ষয় প্রতিরোধী। মেশিনিং কাজে কার্যবস্তুর সঠিক আকার ও মসৃণ তল উৎপাদনে হীরার তৈরি টুলের তুলনা নাই।

১.৭ ড্রিল বিট

ড্রিল বিট একটি মাল্টিপয়েন্ট কাটিং টুল। একে মেশিনের সাহায্যে ঘুরিয়ে কোনো বস্তুকে ছিদ্র করতে কিংবা ছিদ্রকৃত বস্তুর ছিদ্রের ব্যাস বড় করতে ব্যবহৃত হয়। এটা হাই স্পীড স্টিল অথবা হাই কার্বন স্টিল দ্বারা তৈরি করা হয়। ড্রিল বিটের শ্যাঙ্কে কোন ম্যাটেরিয়াল দিয়ে তৈরি তা চিহ্নিত করা থাকে।



চিত্র-১.৩৬ ড্রিল বিটের বিভিন্ন অংশ

একটি ড্রিল বিট বিভিন্ন অংশ নিয়ে গঠিত যেমন-

- শ্যাঙ্ক (Shank)
- ট্যাং (Tang)
- ফ্লুট (Flute)
- মার্জিন (Margin)
- লিপ বা কাটিং এজ (Lip or Cutting Edge)
- ডেড সেন্টার (Dead Center)
- ওয়েব (Web)
- বডি ক্লিয়ারেন্স (Body Clearance)

২০১৫

শ্যাঙ্ক (Shank)

ড্রিল চাক বা মেশিন স্পিন্ডলে আটকানোর জন্য ব্যবহৃত অংশকে শ্যাঙ্ক বলা হয়। ড্রিল বিটের শ্যাঙ্ক সাধারণত দুই প্রকারের হয়। যেমন-

স্ট্রেইট বা প্যারালাল শ্যাঙ্ক (Straight or Parallel Shank)

স্ট্রেইট বা প্যারালাল শ্যাঙ্ক সমান মাপের গোল আকারের থাকে। সাধারণত ছোট আকারের ড্রিল বিটের শ্যাঙ্ক ১২ মিমি হয়ে থাকে।

টেপার শ্যাঙ্ক (Taper Shank)

টেপার শ্যাঙ্ক বিশিষ্ট ড্রিল বিট মাথার অংশ থেকে ক্রমশ সরু হয়। সাধারণত ৩মিমি থেকে বেশী ব্যাসে ড্রিল বিট টেপার শ্যাঙ্ক বিশিষ্ট হয়।

ট্যাং (Tang)

টেপার শ্যাঙ্ক ড্রিল বিটে টেপারের শেষে খানিকটা জায়গা চ্যাপ্টা করে কাটা থাকে। এই চ্যাপ্টা অংশের নাম ট্যাং। ড্রিল বিট ঘুরে গিয়ে বা স্লিপ করে যাতে খুলে না যায় তার জন্য এই অংশ কাজ করে। ট্যাং কোনো ক্ষতি ব্যতিরেকে সকেট বা স্পিন্ডল থেকে ড্রিফট এর সাহায্যে ড্রিল বিটকে বের করতে সাহায্য করে।

ফ্লুট (Flute)

ড্রিল বিটের গায়ে যে গ্রুভ কাটা থাকে তাকে ফ্লুট বলে। এটা টুইস্ট ড্রিল বিটে মোচড়ানো থাকে। সাধারণত ড্রিল বিটে দুইটি ফ্লুট থাকে। ফ্লুট এর গভীরতা সকল স্থানে সমান থাকে না। ফ্লুট কাটিং এজ থেকে শ্যাঙ্কের দিকে যতই অগ্রসর হতে থাকে ততই ইহার গভীরতা কমতে থাকে এবং প্রশস্থতা বাড়তে থাকে। ফ্লুটের এই প্রকার গঠনের কারণে কর্তিত ধাতু খন্ডগুলো ছিদ্রের মধ্য হতে বাহির হয়ে আসার সময় ড্রিলের গাত্র হতে অনবরত সরে আসতে সহায়তা করে। ফ্লুট থাকার ফলে যে সমস্ত সুবিধা পাওয়া যায় সেগুলি হলো-

- ইহা কর্তিত খন্ডগুলোকে কুঞ্চিত করে;
- ইহা কর্তিত খন্ডগুলোকে ছিদ্রের মধ্যে হতে বাহির হয়ে আসার পথ করে দেয়;
- ইহা পানি বা কাটিং ফ্লুইডকে কাটিং এজ পর্যন্ত পৌছাতে সাহায্য করে ইত্যাদি।

মার্জিন (Margin)

ফ্লুটের পার্শ্ব বরাবর সরু এবং উঁচু অংশকে মার্জিন বলে। ড্রিল বিটের উপরিভাগে, যে স্থানটুকু অব্যাহত রেখে অবশিষ্ট স্থানকে ক্ষয় করা হয়ে থাকে তা হলো মার্জিন। মার্জিনসহ ড্রিল বিটের যে ব্যাস পাওয়া যায় তাকে পূর্ণ ব্যাস বলা হয়। মার্জিনের অপর নাম ল্যান্ড (Land)। মার্জিন সাধারণত ১.৫ মিমি থেকে ৩ মিমি পর্যন্ত হয়ে থাকে। মার্জিন ড্রিল বিটের সমগ্র উপরিভাগকে ঘর্ষণের হাত থেকে রক্ষা করে।

কাটিং এজ (Cutting Edge)

ছিদ্র করার সময় ড্রিল বিট যে তীক্ষ্ণ অংশ দ্বারা ধাতুকে কাটে তাকে ড্রিল বিটের কাটিং এজ বলা হয়। প্রতিটি ফ্লুট দ্বারা একটি কাটিং এজ গঠিত হয়। কাটিং এজের দৈর্ঘ্য সর্বদা সমান থাকা প্রয়োজন। ড্রিল বিটকে সাধারণত ডানদিকে ঘুরানো হয় বলে কাটিং এজও অনুরূপভাবে ডানদিকে কাটার উপযোগী করে তৈরি করা হয়। কাটিং এজের দু'পাশের দৈর্ঘ্য সমান না হলে ছিদ্র বড় সাইজ হয়ে থাকে।

ডেড সেন্টার (Dead Center) বা ড্রিল পয়েন্ট (Drill Point)

ট্যাং এর বিপরীতে সর্বশেষ প্রান্তে ড্রিল অক্ষ বরাবর তীক্ষ্ণ এজকে ডেড সেন্টার বলা হয়। এটি ডিল বিটের পয়েন্ট বা সেন্টার হলেও প্রকৃতপক্ষে একটি বিন্দুতে থাকে না, এর নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্য থাকে। সরু ড্রিলের বেলায় এই ডেড সেন্টার বিন্দুর মত দেখালেও বড় ড্রিল বিটের বেলায় এই দৈর্ঘ্য ৩ মিমি পর্যন্ত হয়ে থাকে।

ওয়েব (Web)

ড্রিল বিটের ফ্লুট বাদ দিলে মাঝখানে যে সিলিন্ড্রিক্যাল সারফেস থাকে তার নাম ওয়েব। অর্থাৎ ড্রিল বিটের সমস্ত দৈর্ঘ্য ব্যাপী উভয় ফ্লুটের মধ্যবর্তী স্থানকে ওয়েব বলা হয়। এটি ড্রিল বিটের ধাতব দন্ড যা ড্রিল বিটকে শক্তিশালী করে। এর পয়েন্টের দিক থেকে ওয়েব শ্যাঙ্কের দিকে ক্রমশ মোটা হয়।

বডি ক্লিয়ারেন্স (Body Clearance)

ড্রিল বিটের মার্জিনের ব্যাস থেকে বডির ব্যাস কিছুটা কম রাখা হয়। উভয় প্রকার মাপের পার্থক্যকেই বডি ক্লিয়ারেন্স বলা হয়। বডি ক্লিয়ারেন্স থাকার কারণে ড্রিল বিটের সারফেসের সাথে ছিদ্রের সারফেসে ঘর্ষণ লাগে না। ফলে ড্রিল বিট ও কার্যবস্তু গরম কম হয়।

১.৭.১ ড্রিল বিটের শ্রেণিবিভাগ

ড্রিল বিটকে বডির গঠন অনুযায়ী প্রধানত দুই শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়। যেমন-

ফ্ল্যাট ড্রিল বিট (Flat Drill Bit)

এই প্রকার ড্রিল বিটের মুখের সন্নিহিত স্থান সমতল হয়। সাধারণত কামারশালায় পিটিয়ে এটি তৈরি করা হয়। এটি অতি সহজে, কম খরচে ও অল্প সময়ে তৈরি করা যায়।



চিত্র-১.৩৭ ফ্ল্যাট ড্রিল বিট

টুইস্ট ড্রিল বিট (Twist Drill Bit)

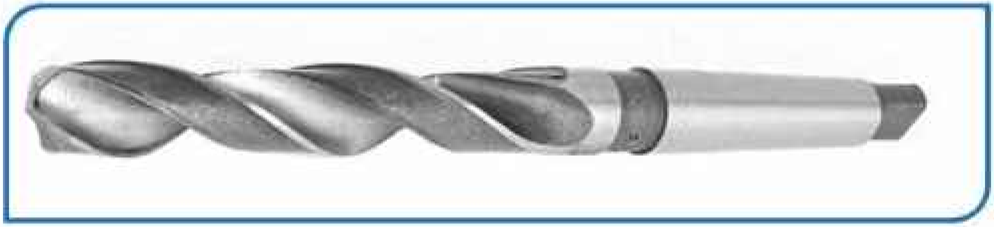
এই প্রকার ড্রিল বিটের উপরিভাগে মোচড়ানো বা প্যাঁচানো রকমের নালী বা ফ্লুট কাটানো থাকে। এটা আধুনিক মেশিন দ্বারা তৈরি করা হয়। টুইস্ট ড্রিল বিটকে প্রধানত দু'ভাগে ভাগ করা হয়। যেমন-

(ক) স্ট্রেইট শ্যাঙ্ক ড্রিল বিট (Straight Shank Drill Bit)



চিত্র-১.৩৮ স্ট্রেইট শ্যাঙ্ক ড্রিল বিট

(খ) টেপার শ্যাঙ্ক ড্রিল বিট (Taper Shank Drill Bit)



চিত্র-১.৩৯ টেপার শ্যাংক ড্রিল বিট

১.৭.২ ড্রিল বিটের কাটিং ও ক্লিয়ারেন্স অ্যাঙ্গেল

কাটিং অ্যাঙ্গেল নির্ধারণ: ড্রিল বিটের কাটিং অ্যাঙ্গেলের অপর নাম লিপ অ্যাঙ্গেল। ড্রিল বিটের কাটিং এজ এর অক্ষের সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে কাটিং অ্যাঙ্গেল বলা হয়। সাধারণ কাজে এই কোণ ৫৯° রাখা হয়। ফলে দু'টি কাটিং এজের অন্তবর্তী কোণ ১১৮° (৫৯° এর দ্বিগুণ) হয়। দুইটি কাটিং অ্যাঙ্গেলের সমষ্টিকে পয়েন্ট অ্যাঙ্গেল বলা হয়। অর্থাৎ কাটিং অ্যাঙ্গেল পয়েন্ট অ্যাঙ্গেলের অর্ধেক হয়। কার্যবস্তু ভেদে পয়েন্ট অ্যাঙ্গেল এর পরিমাণ বিভিন্ন হয়। যেমন-

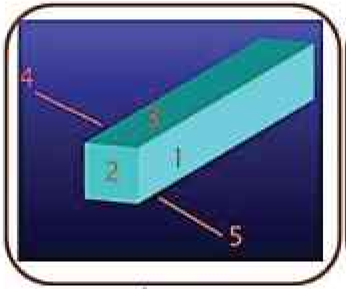
কার্যবস্তুর পদার্থ	পয়েন্ট অ্যাঙ্গেল
স্টিল, কাস্ট আয়রন, অ্যালয়েড ও নন-অ্যালয়েড কাস্টিংস	১১৮°
ব্রাস, ব্রোঞ্জ, নিকেল, জিঙ্ক অ্যালয় ও হোয়াইট মেটাল	১১৮°
হিটট্রিটেড স্টিল, অ্যালয় স্টিল	১২৫°-১৩৫°
স্টেইনলেস স্টিল	১৪০°
হোয়াইট কাস্ট আয়রন, স্টিল রেইল	১৫০°
কপার, অ্যালুমিনিয়াম, প্লাস্টিক, শক্ত রাবার, নরম কাস্ট আয়রন	৮০°-১০০°
কাঠ	৬০°

ক্লিয়ারেন্স অ্যাঙ্গেল নির্ধারণ: পয়েন্ট কাটিং এজের ঠিক পিছনের অংশে যা গ্রাইন্ডিং করে কমানো হয় অর্থাৎ কাটিং এজের পশ্চাৎ দিকে যে কোণে ঢালু করা থাকে তাকে ক্লিয়ারেন্স অ্যাঙ্গেল বলা হয়। ধাতু ভেদে এই কোণের পরিমাণ বিভিন্ন রকম হয়। নিম্নে উহা উল্লেখ করা হলো-

কার্যবস্তু যে পদার্থের তৈরি হলে	ক্লিয়ারেন্স অ্যাঙ্গেল
নরম স্টিল, সাধারণ স্টিল ও সাধারণ কাস্ট আয়রন	১২°-১৫°
শক্ত স্টিল	৮°-১২°
ব্রাস, ব্রোঞ্জ, কপার ও অ্যালুমিনিয়াম	১২°-১৫°
প্লাস্টিক ও শক্ত রাবার	১৫°-২০°

১.৮ কাটিং টুল গ্রাইন্ডিং

কাটিং টুল গ্রাইন্ডিং করার ব্যাবহারিক দক্ষতা অর্জনে আমরা সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুল, লেদ টার্নিং টুল, মাল্টিপয়েন্ট কাটিং টুল এবং টুইস্ট ড্রিল বিট গ্রাইন্ডিং করব।



টুলবার



কাটিং টুলের আকৃতি



কাটিং টুলের আকৃতি

চিত্র-১.৪০ কাটিং টুল

তোমরা জেনেছো সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুলের একটি মাত্র কাটিং এজ ও বডি বা শ্যাঙ্ক থাকে। এই টুল লেদ, টারেট লেদ, প্লেনার, শেপার, বোরিং ও মিলিংসহ একই ধরনের বিভিন্ন কাজে ব্যবহৃত হয়। সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুলের কাটিং পয়েন্ট কাটিং ফেস, এন্ড ফ্ল্যাঙ্ক, সাইড ফ্ল্যাঙ্ক এবং বেজ নিয়ে গঠিত। চিপস ফেসের উপর দিয়ে গড়িয়ে বের হয়ে যায়। কাটিং টুলে দু'টি এজ থাকে, একটি সাইট কাটিং এজ, অন্যটি এন্ড কাটিং এজ। সাইড কাটিং এজটি ফেস ও ফ্ল্যাঙ্ক এর মিলিত স্থান; তদ্রুপ এন্ড কাটিং এজটি ফ্ল্যাঙ্ক ও বেজের মিলিত স্থান। এন্ড কাটিং এজ এবং সাইড কাটিং এজের মিলিত স্থানকেই নোজ পয়েন্ট বলে। সচারাচর সাইড কাটিং এজ দিয়েই চিপ কাটা হয়।

১.৮.১ বিভিন্ন প্রকার টুল বিট অ্যাঙ্গেল এর পরিমাণ

নিম্নে বিভিন্ন প্রকার টুল বিট অ্যাঙ্গেল এর পরিমাণ দেয়া হলো-

ওয়ার্কপিস মেটেরিয়্যাল	ফ্রন্ট র‍্যাক	সাইড র‍্যাক	ফ্রন্ট ক্লিয়ারেন্স	সাইড ক্লিয়ারেন্স	কাটিং অ্যাঙ্গেল	মন্তব্য
মাইল্ড স্টিল ও পেটা লোহা	২০°	১০°	৫°	৬°	৬৫°	
ঢালাই লোহা	১০°	৮°	১০°	৬°	৭০°	
সংকর ইস্পাত	১০°	১২°	৩°	২°	৭৭°	
পিতল	০°	০°	৬°	১২°	৮৪°	

১.৮.২ গ্রাইন্ডিং হুইল ড্রেসার (Grinding Wheel Dresser)

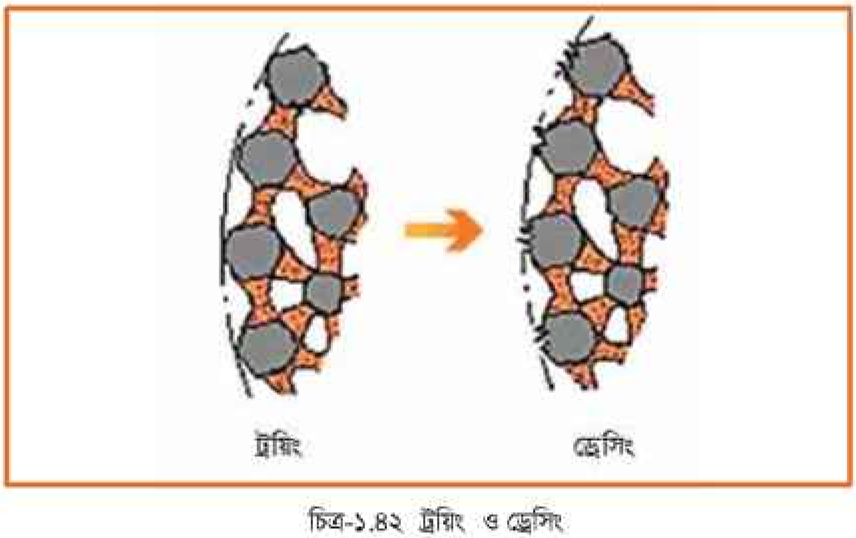
গ্রাইন্ডিং কাজ করতে করতে যখন ধারালো নষ্ট হয়ে যায় অর্থাৎ অ্যাব্রোসিভ দানাগুলি ভোঁতা হয়ে যায়; ফলে গ্রাইন্ডিং হুইল তেমন কাজ করে না। তখন ড্রেসার হুইলের মাধ্যমে ড্রেসিং করে নষ্ট দানাগুলি অপসারণ করে পূনরায় কার্যক্ষম করার পদ্ধতিকেই ড্রেসিং বলে। যে টুলস এর মাধ্যমে গ্রাইন্ডিং হুইল ড্রেসিং করা হয় তাকে গ্রাইন্ডিং হুইল ড্রেসার বলা হয়।



চিত্র-১.৪১ গ্রাইন্ডিং হুইল ড্রেসার

১.৮.৩ ট্রয়িং (Trueing)

ট্রয়িং প্রক্রিয়ার মাধ্যমে গ্রাইন্ডিং হুইলে বিকৃত আকারকে ঠিক করা হয়। কাজ করতে করতে যখন আকৃতি নষ্ট হয়ে যায় অর্থাৎ অ্যাব্রোসিভ দানাগুলি এব্রো-থেব্রো হয়ে গ্রাইন্ডিং হুইলের আকার পরিবর্তন হলে ট্রয়িং করে মূল আকৃতিতে ফিরে আনা যায়।



চিত্র-১.৪২ ট্রয়িং ও ড্রেসিং

১.৯ সারফেস গ্রাইন্ডিং

সারফেস গ্রাইন্ডিং এক ধরনের অ্যাব্রোসিভ মেশিনিং প্রোসেস। কার্যবস্তুকে একটি টেবিলের উপর হোল্ডিং করে দ্রুত গতিতে ঘূর্ণায়মান গ্রাইন্ডিং হুইলের সাহায্যে সারফেসকে মসৃণ বা ধাতু অপসারণ করা হয়। এ ব্যবস্থায় টেবিলকে আসা-যাওয়া গতিও দেয়া হয়। আবার অনেক সময় গ্রাইন্ডিং হুইলকেই কার্যবস্তুর উপর আসা-যাওয়া করানো হয়।



চিত্র-১.৪৩ হরাইজন্টাল সারফেস গ্রাইন্ডার

১.১০ সারফেস গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন অংশ

হরাইজন্টাল রিসিপ্রোকেটিং সারফেস গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন অংশগুলি হলো−

- হ্যান্ড হুইল;
- রিমোভেবল ইউনিট স্পিন্ডল প্লেইন বিয়ারিং বা অ্যান্টিফ্রিকশন বিয়ারিং স্পিন্ডল;
- টেবিল রিভার্সিং মেকানিজম;
- অ্যাডজাস্টেবল ডগস;
- স্টার্টিং লিভার অ্যান্ড ট্রিপ লিভার;
- স্টার্ট-স্টপ পুশ বাটন সুইচ ও ইলেকট্রিক্যাল কন্ট্রোল কম্পার্টমেন্ট;
- স্পিন্ডল ও টেবিল ড্রাইভিং মটরের জন্য লার্জ বেইজ কম্পার্টমেন্ট ;

- লংগিচুডিনাল টেবিল হ্যান্ড হুইল;
- অ্যাডজাস্টেবল স্টপস;
- গ্রাজুয়েটেড হ্যান্ড হুইল ফর ট্র্যাভার্স অ্যাডজাস্টমেন্ট ইত্যাদি।

১.১০.১ হ্যান্ড হুইল

এটি ১ ইঞ্চির এক হাজার ভাগের ০.৫ ভাগ পর্যন্ত দাগাঙ্কিত থাকে এবং স্পিন্ডল হেডকে ভার্টিক্যাল অ্যাডজাস্টমেন্ট করার জন্য ব্যবহার করা হয়।

১.১০.২ রিমোভেবল ইউনিট স্পিন্ডল-প্লেইন বিয়ারিং বা অ্যান্টিফ্রিকশন বিয়ারিং স্পিন্ডল

এই অংশের সাথে গ্রাইন্ডিং হুইলকে কলার ও ফ্ল্যাঞ্জের মাধ্যমে দৃঢ়ভাবে আটাকানো হয়। এটি মটর থেকে প্রাপ্ত ঘূর্ণন গতিতে গ্রাইন্ডিং হুইলকে ঘুরায়।

১.১০.৩ টেবিল রিভার্সিং মেকানিজম

এই মেকানিজম মেনুয়্যালি বা অটোমেটিক্যালি একটি লিভার দ্বারা কন্ট্রোল করা হয়, যাহা একই শ্যাফটে সংযুক্ত থাকে এবং অ্যাডজাস্টেবল টেবিল ডগস্-এর মাধ্যমে ট্রিপ করানো হয়।

১.১০.৪ অ্যাডজাস্টেবল ডগস

এই মেকানিজম ক্রস ফীডের প্রতিটি দিকে যেকোনো নির্দেশিত বিন্দুতে শক্তি স্থানান্তর প্রক্রিয়া স্বয়ংক্রিয়ভাবে বন্ধ করে দিতে পারে।

স্টার্টিং লিভার অ্যান্ড ট্রিপ লিভার

লম্বালম্বি ও আড়া-আড়ি শক্তি স্থানান্তর প্রক্রিয়া চালু এবং বন্ধ করার জন্য যথাক্রমে স্টার্টিং লিভার ও ট্রিপ লিভার ব্যবহার করা হয়।

১.১০.৫ স্টার্ট-স্টপ পুশ বাটন সুইচ এবং ইলেকট্রিক্যাল কন্ট্রোল কম্পার্টমেন্ট

কোনো কোনো মেশিনে বৈদ্যুতিক সরঞ্জামাদি পৃথক ইলেকট্রিক কেবিনেটে স্থাপন করা থাকে; এই ক্ষেত্রে ইহাকে প্রধান অংশ হিসাবে বিবেচনা করা হয়। কখনও কখনও প্রধান বৈদ্যুতিক সরঞ্জামাদি বেইসের মধ্যে কম্পার্টমেন্টে স্থাপিত থাকে।

১.১০.৬ লার্জ বেইজ কম্পার্টমেন্ট ফর স্পিন্ডল অ্যান্ড টেবিল ড্রাইভিং মটর

ইহাই মেশিনের মূল অংশ। ইহা একটি ভারী ঢালাই করা স্টিলের স্ট্রাকচার এবং ইহা অন্যান্য অংশের অবলম্বন হিসাবে কাজ করে। অধিকাংশ ক্ষেত্রে বৈদ্যুতিক ও হাইড্রলিক ব্যবস্থা বেডের মধ্যেই অবস্থিত থাকে। কোনো কোনো ক্ষেত্রে কুল্যান্ট ট্যাঙ্ক এবং পাম্প এর মধ্যে অবস্থিত থাকে।

১.১০.৭ লংগিচুডিনাল টেবিল

টেবিলের উপর টি-স্লট আছে ও ইহার উপরে ম্যাগনেটিক চাক স্থাপন করে ওয়ার্কপিস আটকানো হয়, আবার ওয়ার্কপিসকে সরাসরি ক্ল্যাম্পিংও করা যায়।

১.১০.৮ কুল্যান্ট ইউনিট

পাম্প, পাইপ, হোস, নজল, শাট অফ ভালভ ও ট্যাঙ্ক ইহার অন্তর্গত। পাম্প সহ ট্যাঙ্কটি বেইসের মধ্যে অবস্থিত হতে পারে অথবা পৃথক ইউনিট হিসাবেও থাকতে পারে।

১.১০.৯ হাইড্রলিক ইউনিট

পাম্প, পাইপ, হোস, কন্ট্রোল ভালভ ও ট্যাঙ্ক ইহার অন্তর্গত। সাধারণত ট্যাঙ্ক ও পাম্প বেইসের মধ্যে অবস্থিত হয়ে থাকে। কোনো কোনো ক্ষেত্রে ইহা বেইসের বাহিরেও ভিন্ন ইউনিট হিসাবে থাকে।

১.১১ সারফেস গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসসমূহের ব্যবহার

ম্যাগনেটিক চাক :

ম্যাগনেটিক চাকের সাহায্যে লৌহ জাতীয় ওয়ার্কপিসকে আটকানো যায়। তাছাড়া পাতলা জবকে বাঁধা ও খোলা যায়। একত্রে অনেক জবকে একসঙ্গে বেঁধে কাজ করা যায়। ম্যাগনেটিক চাক দুই প্রকার। যথা–
(ক) পারমানেন্ট ম্যাগনেটিক চাক (খ) ইলেকট্রো-ম্যাগনেটিক চাক।

পারমানেন্ট ম্যাগনেটিক চাক:

পারমানেন্ট ম্যাগনেটিক চাক সারফেস গ্রাইন্ডারে সর্বাধিক ব্যবহৃত ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইস। হরাইজন্টাল স্পিন্ডল রিসিপ্রোকেটিং টেবিল, সারফেস গ্রাইন্ডারে শুধুমাত্র আয়তাকার ম্যাগনেটিক চাক ব্যবহৃত হয়। এই চাক মূলত কয়েকটি স্থায়ী চুম্বকের সমন্বয়ে গঠিত।

ইলেকট্রো-ম্যাগনেটিক চাক:

ইলেকট্রো-ম্যাগনেটিক চাককে পাওয়ার চাক বা পারমানেন্ট ইলেকট্রো-ম্যাগনেটিক চাকও বলা হয়ে থাকে। বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হলে ওয়ার্কপিস চুম্বকিত ও আবদ্ধ হয়। বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ করা হলে ওয়ার্কপিস মুক্ত হয়ে যায়।

মেশিন ভাইস:

ইহা সাধারণত অলৌহজাত পদার্থের ও অনিয়মিত আকৃতির ওয়ার্কপিস আটকানোর জন্য ব্যবহৃত হয়। ইহাতে শুধুমাত্র একটি জব বেঁধে গ্রাইন্ডিং করা যায়। মেশিন ভাইস সাধারণত তিন প্রকার হয়ে থাকে। যেমন-

নরমাল ফিক্সচার–

- প্লেইন ভাইস
- টিল্টিং ভাইস
- ইউনিভার্সেল ভাইস

ম্যাগনেটিক ফিক্সচার–

- চাক ব্লক
- এডাপটার প্লেট

স্ট্যান্ডার্ড ফিক্সচার–

- ভী-ব্লক
- অ্যাঙ্গেল প্লেট
- ক্ল্যাম্প
- এডিশনাল বা এক্সট্রা টপ প্লেটস
- সাইন চাক ও টেবিল

১.১২ সারফেস গ্রাইন্ডারের এটাচমেন্ট কন্ট্রোল লিভার ও নব এর ব্যবহার

হুইল: ইহার সাহায্যে ওয়ার্কপিসের প্রয়োজনীয় মাল অপসারণ করা হয়।

ভাইস: ইহা মেশিনের টেবিলের উপর স্থাপন করা হয়। ভাইসের মধ্যে ওয়ার্কপিসকে বাঁধা হয়। সুবিধা অনুযায়ী জবের অতিরিক্ত অংশকে অপসারণ করার কাজে ব্যবহৃত হয়।

ডাস্ট-এগজস্ট ইউনিট: কার্যস্থল থেকে ডাস্ট সরানোর জন্য ব্যবহৃত হয়।

গ্রাইন্ডিং হুইল ব্যালেন্সিং ইউনিট: হুইল ব্যালেন্সিং করতে ব্যবহৃত হয়।

গ্রাইন্ডিং হুইল ড্রেসিং এটাচমেন্ট: হুইল ড্রেসিং করতে ব্যবহৃত হয়।

ম্যাগনেটিক চাক: ওয়ার্কপিস আটকানোর কাজে ব্যবহৃত হয়।

মেইন সুইচ: ইহা অন করার পর মেশিনে বৈদ্যুতিক সাপ্লাই আসে এবং বন্ধ করলে বৈদ্যুতিক পাওয়ার চলে যায়।

ইমারজেন্সী স্টপ: ইহার সাহায্যে জরুরিভাবে মেশিন বন্ধ করা যায়। যখন কোন দুর্ঘটনা ঘটার সম্ভাবনা থাকে, তখনই ইহার সাহায্যে মেশিন বন্ধ করা হয়।

স্টার্ট বা অন: ইহার সাহায্যে মেশিন এর হুইল চালু করা হয়।

স্টপ বা অফ: ইহার সাহায্যে মেশিন এর হুইল অফ করা হয়।

লিভার: ইহা মেশিন চালু বা বন্ধ করার কাজে ব্যবহার করা হয়।

হাইড্রলিক সিস্টেম মেইন সুইচ: হাইড্রলিক সিস্টেম চালু ও বন্ধ করা হয়।

কুল্যান্ট কন্ট্রোল ভালভ: কুল্যান্টের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে।

ক্রস ফীড সিলেক্টর নব: ক্রস ফীড অটোমেটিক/মেনুয়্যাল নির্বাচন করতে ব্যবহৃত হয়।

১.১৩ বিভিন্ন গ্রাইন্ডিং মেশিন

বিভিন্ন প্রকার সারফেস গ্রাইন্ডিং মেশিন-

- হরাইজন্টাল স্পিন্ডল সারফেস গ্রাইন্ডার (Horizontal Spindle Surface Grinder)
- ভার্টিক্যাল স্পিন্ডল সারফেস গ্রাইন্ডার (Vertical Spindle Surface Grinder)
- প্লেইন সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডার (Plain Cylindrical Grinder)
- ইউনিভার্সাল সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডার (Universal Cylindrical Grinder)



চিত্র-১.৪৪ হরাইজন্টাল সারফেস গ্রাইন্ডার



চিত্র-১.৪৫ ভার্টিক্যাল স্পিন্ডল সারফেস গ্রাইন্ডার



চিত্র- ১.৪৬ প্লেইন সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডার

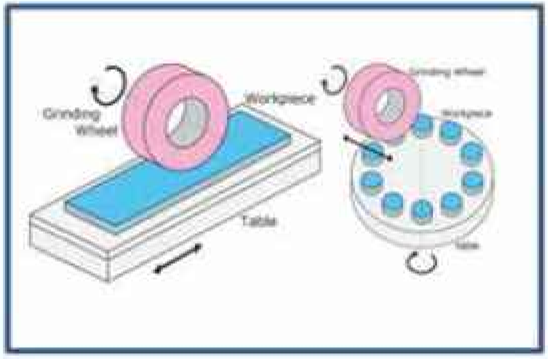


চিত্র-১.৪৭ ইউনিভার্সাল সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডার

১.১৪ সারফেস গ্রাইন্ডিং অপারেশন

গ্রাইন্ডিং অপারেশনসমূহ-

- সারফেস গ্রাইন্ডিং (Surface Grinding)
- সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং (Cylindrical Grinding)
- সারফেস টেপার গ্রাইন্ডিং (External Taper Grinding)



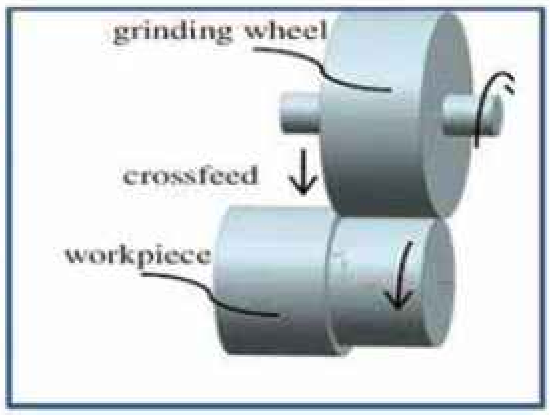
চিত্র- ১.৪৮ সারফেস গ্রাইন্ডিং



চিত্র- ১.৪৯ সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং



চিত্র- ১.৫০ সারফেস টেপার গ্রাইন্ডিং



চিত্র- ১.৫১ সিলিন্ড্রিক্যাল গ্রাইন্ডিং ডায়াগ্রাম

বিভিন্ন গ্রাইন্ডিং মেশিন

১.১৫ সারফেস গ্রাইন্ডিং হুইল

বিভিন্ন প্রকার হুইল রয়েছে যেমন-

- স্ট্রেইট টাইপ (Straight Type)
- সিলিন্ড্রিক্যাল টাইপ (Cylindrical Type)
- টেপার কাপ টাইপ (Taper Cup Type)
- স্ট্রেইট কাপ টাইপ (Straight Cup Type)
- ডিস্ক টাইপ (Disc Type)
- সচার টাইপ (Saucer Type)

২০২৫



চিত্র-১.৫২ স্ট্রেইট টাইপ



চিত্র-১.৫৩ সিলিন্ড্রিক্যাল টাইপ



চিত্র-১.৫৪ টেপার কাপ টাইপ



চিত্র-১.৫৫ স্ট্রেইট কাপ টাইপ



চিত্র-১.৫৬ ডিস্ক টাইপ



চিত্র-১.৫৭ সকার টাইপ

১.১৬ সারফেস গ্রাইন্ডিং হুইল এক্সেসরিজ

গ্রাইন্ডিং কাজে ব্যবহৃত এক্সেসরিজসমূহ-

a) ম্যাগনেটিক চাক (Magnetic Chuck)
b) ভাইস (Vices)
c) ক্ল্যাম্পস (Clamps)
d) এ্যাঙ্গেল প্লেটস (Angle Plates)
e) এডাপটার প্লেটস (Adapter Plates)
f) প্যারালাল বার (Parallel Bar)
g) হুইল ড্রেসার (Wheel Dresser)
h) ম্যানড্রেলস (Mandrels)
i) ব্যালেন্সিং স্ট্যান্ড উইথ ওয়েটস (Balancing Stand With Weights)
j) ডি-বারিং টুল (De-Burring Tools)
k) টেমপ্লেটস (Templates)
l) টেইলস্টক/ফুটস্টক (Tailstock/Footstock)
m) সেন্টার (Centre)



চিত্র-১.৫৮ ম্যাগনেটিক চাক



চিত্র-১.৫৯ ভাইস বা ক্ল্যাম্পস



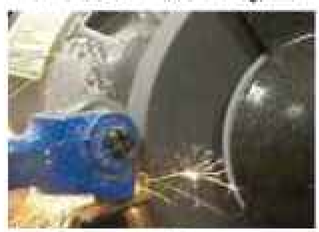
চিত্র-১.৬০ এ্যাঙ্গেল প্লেটস



চিত্র-১.৬১ এডাপটার প্লেটস



চিত্র-১.৬২ প্যারালাল বার



চিত্র-১.৬৩ হুইল ড্রেসার



চিত্র-৬.৬৪ ম্যানড্রেলস



চিত্র-৬.৬৫ ব্যালেন্সিং স্ট্যান্ড উইথ ওয়েটস



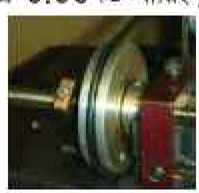
চিত্র-৬.৬৬ ডি-বারিং টুল



চিত্র-১.৬৭ টেমপ্লেটস



চিত্র-১.৬৮ টেইলস্টক বা ফুটস্টক



চিত্র-১.৬৯ সেন্টার

আমরা গ্রাইন্ডিং, কাটিং টুল, মেটেরিয়্যাল, কাটিং টুল গ্রাইন্ডিং, সারফেস গ্রাইন্ডিং, সংশ্লিষ্ট মেজারিং টুলস ও ইকুইপমেন্ট সম্পর্কে জেনেছি এবং ব্যাবহারিক তাত্ত্বিক জ্ঞান অর্জন করেছি। এখন আমরা এগুলো প্রয়োগের নিমিত্তে কয়েকটি জব অনুশীলন করব।

জব ১: সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুল গ্রাইন্ডিং করার দক্ষতা অর্জন



চিত্র-১.৭০ টুল বিট বার



চিত্র-১.৭১ টুল বিটের ডায়াগ্রাম ড্রয়িং

পারদর্শিতার মানদন্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (পিপিই) ও শোভন পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- জব অনুযায়ী টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেটেরিয়্যাল সিলেক্ট ও কালেক্ট করা;
- ড্রয়িং অনুযায়ী গ্রাইন্ডিং এর জন্য কাঁচামাল সংগ্রহ করা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- নষ্ট (Wast) মালামাল এবং স্ক্র্যাপগুলি (Scrap) নির্ধারিত স্থানে ফেলা;
- কাজ শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দেয়া ইত্যাদি।

২০২৫

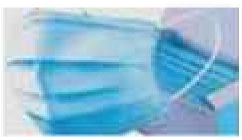
ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	১টি
২	সেফটি গগল্‌স	কাল ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	১টি
৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	১টি
৪	মাস্ক	তিন স্তর বিশিষ্ট	১টি
৫	হ্যান্ড গ্লাভস	কাপড়ের তৈরি	১ জোড়া
৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	১ জোড়া


সেফটি হেলমেট


সেফটি গগল্‌স


এপ্রোন


মাস্ক

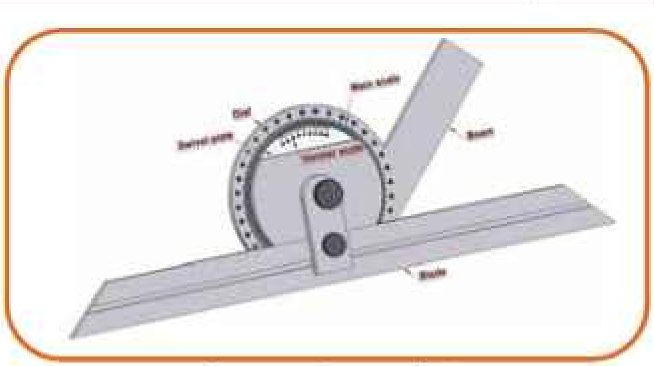

হ্যান্ড গ্লাভস


সেফটি সুজ

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্টস ও মেশিন)

ক্রমিক	যন্ত্রপাতির নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	গ্রাইন্ডিং মেশিন	প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডার	১টি
২.	বিভেল প্রটেক্টর	৫ মিনিট থেকে ১/২০° পর্যন্ত, ৩৬০° ঘূর্ণন ক্ষমতা সম্পন্ন	১টি
৩.	মেশিন ব্রাশ	নরম ও প্রাকৃতিক এবং কাঠের বা প্লাষ্টিকের বাট	১টি
৪.	গ্রিজ গান	১২" টিউবসহ ৫০০ সিসি তৈলাক্তকরণ গ্রিজ গান গ্রিপ টাইপ	১টি


চিত্র-১.৭২ প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডিং মেশিন

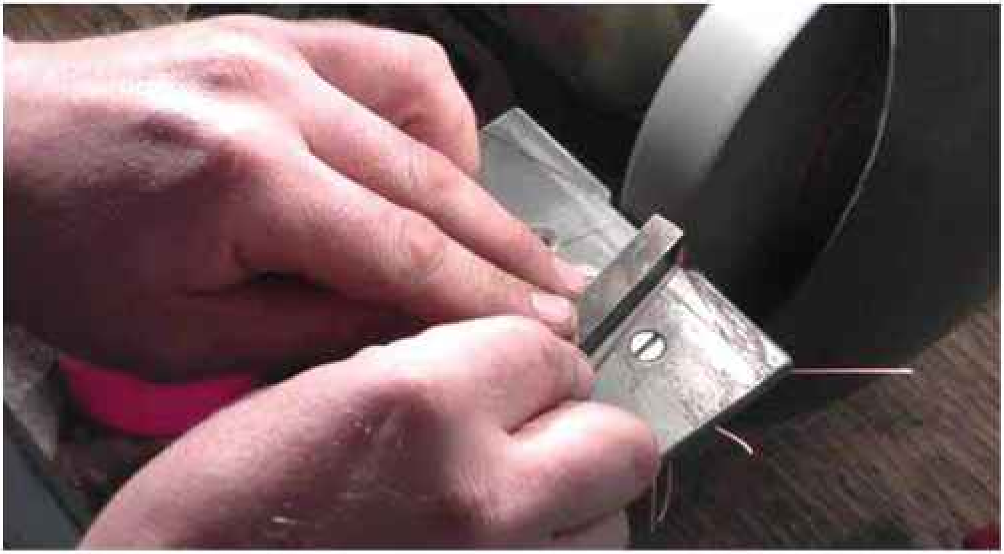

চিত্র-১.৭৩ বিভেল প্রোট্র্যাক্টর

২০২৫

মালামাল (Raw Materials)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১	টুল বিট বার	হাই স্পীড স্টিল ১০ মিমি × ১০ মিমি × ৬০ মিমি	১টি
২	ওয়েস্ট কটন	যেকোনো আকারের নরম ও সুতি কাপড়ের	২ টুকরা
৩	কুল্যান্ট	নমুনা মোতাবেক	২ লিটার

সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুল গ্রাইন্ডিং কৌশল





টুল বার ব্লক



স্ক্রাইবার দিয়ে লে-আউটকরণ



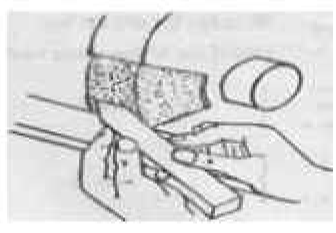
র‍্যাক অ্যাঙ্গেল



সম্মুখভাগ গ্রাইন্ডিংকরণ



বাম পার্শ্ব গ্রাইন্ডিংকরণ



ডান পার্শ্ব গ্রাইন্ডিংকরণ

২০২৫

চিত্র-১.৭৪ সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুল গ্রাইন্ডিং করার কৌশল

কাজের ধারা

১. প্রয়োজনীয় পিপিই পরিধান করো;

২. ছকে উল্লেখিত তালিকা ও প্রয়োজন অনুযায়ী মালামাল এবং যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করো;

৩. প্রথমে তুমি টুল বিটের জন্য ধাতবটি (Metal) নির্বাচন কর। এই টুল দিয়ে লেদের সাহায্যে টার্নিং কর। ড্রয়িং এ উল্লেখিত পরিমাপ অনুযায়ী হাই স্পীড স্টিলের একটি টুকরা নিয়ে যে পাশে কাটিং অংশ তৈরি করবে, সে পার্শ্বে স্ক্রাইবার ও সাইন পেন দিয়ে লে-আউট করো

৪. তুমি উল্লেখিত ড্রয়িং ও টুল জিওমেট্রি অনুসারে কার্যবস্তুকে গ্রাইন্ডিং মেশিনের টুল রেস্টের উপর ভালভাবে চেপে ধরে একপাশ থেকে গ্রাইন্ডিং করা শুর করো। প্রথমে ৩০° কোণে ব্যাক র‍্যাক এ্যাঙ্গেল তৈরি করো এবং ফেসকে এমন ভাবে শ্যাঙ্কের সাথে মিলায়ে গ্রাইন্ডিং করো যাতে চীপ সহজেই গড়িয়ে পরতে পারে। একই ভাবে ফ্ল্যাঙ্কগুলিকে গ্রাইন্ডিং করে ড্রয়িং এর সাথে মিলিয়ে নাও;

৫. একই ভাবে সাইড কাটিং এজ (১৫° কোণে) , এন্ড কাটিং এজ (১৫° কোণে), সাইড রিলিফ অ্যাঙ্গেল (৭° কোণে), সাইড র‍্যাক অ্যাঙ্গেল (৭° কোণে) ও এন্ড রিলিফ অ্যাঙ্গেল (৭° কোণে) প্রস্তুত করে বিভেল প্রট্রেক্টর দিয়ে মেপে নিশ্চিত হও;

৬. মাঝে মাঝে কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার করে টুলের ক্র্যাঙ্ক নিয়ন্ত্রণে রাখ। টুলের লাইফ ঠিক রাখার জন্য কুল্যান্ট ব্যবহার করা জরুরি। হাই স্পীড স্টিলের ক্ষেত্রে উচ্চ তাপমাত্রায় (৬৫০ ডিগ্রী সেন্ট্রিগ্রেড তাপমাত্রায়) টুলের কাঠিন্যতা হ্রাস পায়;

৭. তেরিকৃত টুল বিটকে ড্রয়িং মোতাবেক পরীক্ষণ শেষে গ্রিজ মাখিয়ে কাগজ দ্বারা ভাজ করে এর উপর তোমার শ্রেণি আইডি লিখে রাখো ;

৮. ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের শেষে স্থান পরিষ্কার করো এবং অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করো;

৯. ওয়াস্ট ও স্ক্র্যাপগুলো নির্ধারিত স্থানে ফেলে দাও এবং কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দাও ইত্যাদি।

কাজের সতর্কতা

- কাজের সময় হ্যান্ড গ্লাভস ব্যবহার করবে;
- মেশিন পরিষ্কার করে যথাস্থানে তৈল ব্যবহার করবে;
- কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত করবে;
- প্রয়োজনমত মেশিন গার্ড ব্যবহার করবে;
- মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা করবে;
- পর্যাপ্ত কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার করবে;
- অসমান হুইলে গ্রাইন্ডিং করবে না;
- হুইলে ট্রুয়িং ও ড্রেসিং করে নিবে;
- গ্রাইন্ডিং করার সময় অন্যমনস্ক হওয়া থেকে বিরত থাকবে;
- গ্রাইন্ডিং করার সময় হাত ও আঙ্গুল যেন কোন অবস্থাতেই হুইলকে স্পর্শ না করে সেদিকে খেয়াল রাখবে ইত্যাদি।

অর্জিত দক্ষতা/ফলাফল

সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুল গ্রাইন্ডিং করে সঠিক অ্যাঙ্গেল তৈরি করতে সক্ষম হবে।

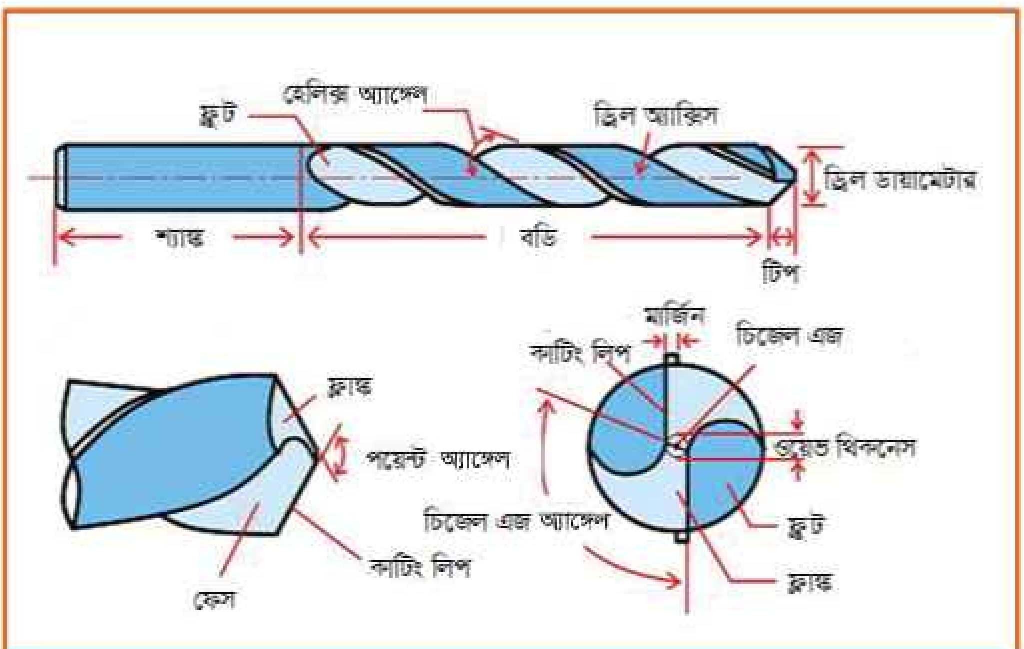
ফলাফল বিশ্লেষণ/মন্তব্য

সঠিকভাবে অ্যাঙ্গেল তৈরি করার ফলে টুলের স্থায়িত্ব ও কাজের মান ভাল করা সম্ভব হবে।

জব ২: টুইস্ট ড্রিল বিট গ্রাইন্ডিং করার দক্ষতা অর্জন



চিত্র-১.৭৫ টুইস্ট ড্রিল বিট



চিত্র-১.৭৬ টুইস্ট ড্রিল বিটের ডায়াগ্রাম ও ড্রয়িং

ড্রিল বিট জিওমেট্রি

ড্রিল বিট ডায়মিটার (Drill Bit Diameter) mm = ১.৫ , ২.৫ , ৩.৫
ডেপথ অফ কাট (Depth of Cut) mm = ১০
পয়েন্ট অ্যাঙ্গেল (Point Angle) ° = ১১৮ থেকে ১৩৫
লিপ-রিলিফ অ্যাঙ্গেল (Lip-Relief Angle) = ৭° থেকে ১৫°
চিজেল এজ অ্যাঙ্গেল (Chisel Edge Angle) = ১২৫° থেকে ১৩৫°
হেলিক্স অ্যাঙ্গেল (Helix Angle) = ১৫° থেকে ৩০°

পারদর্শিতার মানদন্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (পিপিই) ও শোভন পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- জব অনুযায়ী টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেটেরিয়্যাল সিলেক্ট ও কালেক্ট করা;
- ড্রয়িং অনুযায়ী গ্রাইন্ডিং এর জন্য কাঁচামালমাল সংগ্রহ করা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- নষ্ট (Wast) মালামাল ও স্ক্র্যাপগুলো (Scrap) নির্ধারিত স্থানে ফেলা;
- কাজ শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দেওয়া।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১.	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	১টি
২.	সেফটি গগল্স	কাল ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	১টি
৩.	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	১টি
৪.	মাস্ক	তিন স্তর বিশিষ্ট	১টি
৫.	হ্যান্ড গ্লাভস	কাপড়ের তৈরি	১ জোড়া
৬.	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	১ জোড়া

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্টস ও মেশিন)

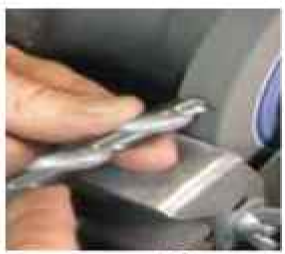
ক্রমিক	যন্ত্রপাতির নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	গ্রাইন্ডার মেশিন	প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডার মেশিন	১টি
২.	বিভেল প্রটেক্টর	৫ মিনিট থেকে ১/২০° পর্যন্ত মাপা যায়। ৩৬০° ঘূর্ণন ক্ষমতা সম্পন্ন।	১টি
৩.	মেশিন ব্রাশ	নরম ও প্রাকৃতিক, কাঠের বা প্লাষ্টিকের বাট	১টি
৪.	গ্রিজ গান	১২" টিউবসহ ৫০০ সিসি তৈলাক্তকরণ গ্রিজ গান গ্রিপ টাইপ	১টি

মালামাল (Raw Materials)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১.	টুইস্ট ড্রিল বিট	হাই স্পীড স্টিল ব্যাস ১৫ মিমি দৈর্ঘ্য ৬৩ মিমি	১টি
২.	ওয়াস্ট কটন	যেকোনো আকারের নরম ও সুতি কাপড়ের	২ টুকরা

ড্রিল বিট গ্রাইন্ডিং করার কৌশলসমূহ


কার্যবস্তু


এজ গ্রাইন্ডিং শুরু


ক্ল্যাম্প করে এজ গ্রাইন্ডিং শুরু


গ্রাইন্ডিং সম্পন্নকরণ


অ্যাঙ্গেল চেককরণ


মাপ গ্রহণ

চিত্র-১.৭৭ ড্রিল বিট গ্রাইন্ডিং কৌশল

২০২৫

কাজের ধারা

- প্রয়োজনীয় পিপিই পরিধান করো;
- ছকে উল্লেখিত তালিকা ও প্রয়োজন অনুযায়ী মালামাল এবং যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করো;
- আমি ড্রয়িং ও টুল জিওমেট্রি অনুসারে ড্রিল বিটকে গ্রাইন্ডিং করার জন্য ড্রয়িং বুঝে নাও;
- টুইস্ট ড্রিল বিট গ্রাইন্ডিং করার জন্য ফাইন গ্রেইনের হুইল নির্বাচন করো;
- প্যাডেস্টাল গ্রাইন্ডারের সুইচ অন করে মেশিন চালু করো;
- ডায়মন্ড পয়েন্ট হুইল ড্রেসারের সাহায্যে হুইলটি ড্রেসিং করে নাও;
- ড্রেসিং সম্পন্ন হয়ে গেলে সুইচ অফ করে মেশিন বন্ধ করো;
- টুইস্ট ড্রিলবিট হাতের সাহায্যে প্রদর্শিত ছবি অনুযায়ী সঠিকভাবে গ্রাইন্ডিং হুইলের গায়ে ধর;
- ড্রিল বিটের কাটিং অ্যাঙ্গেল যাতে অক্ষের সাথে ৫৯° হয় সেভাবে ড্রিল বিট গ্রাইন্ডিং হুইলে ধর;
- গ্রাইন্ডিং করার সময় লক্ষ্য রাখব যেন কাটিং এজদ্বয় সমান থাকে, এবং কাটিং এজের পিছনের দিকে ক্লিয়ারেন্স অ্যাঙ্গেল ১২° থেকে ১৫° পর্যন্ত বজায় রাখো;
- হাত দিয়ে গ্রাইন্ডিং করার সময় প্রথমে সতর্কতার সাথে ডান হাতে ড্রিলের শ্যাঙ্ক ও বাম হাতে ড্রিলের অগ্রভাগ ধরে এমনভাবে গ্রাইন্ডিং করো, যাতে কাটিং অ্যাঙ্গেল, ক্লিয়ারেন্স অ্যাঙ্গেল ও ডেড সেন্টার ঠিক থাকে;
- গ্রাইন্ডিং করার সময় ড্রিল বিটের মুখ যেন গরম না হয়, তাই বার বার কুল্যান্টে ডুবিয়ে ঠান্ডা করো। তুমি নিশ্চয় জানো হাই স্পীড স্টিলের ক্ষেত্রে উচ্চ ক্র্যাঙ্ক (৬৫০ ডিগ্রী সেন্ট্রিগ্রেড তাপমাত্রায়) টুলের কাঠিন্যতা হ্রাস পায়;
- ড্রিল বিট গ্রাইন্ডিং করার মাঝে মাঝে মেজারিং টুল দিয়ে মাপ পরীক্ষা করো;
- জব সম্পন্ন হলে গ্রিজ মাখিয়ে কাগজ দ্বারা ভাজ করে এর উপর তোমার শ্রেণি আইডি লিখে রাখ ;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করো;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করো;
- নষ্ট মালামাল ও স্ক্র্যাপগুলো নির্ধারিত স্থানে ফেলে দাও;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দাও ইত্যাদি।

কাজের সতর্কতা

- কাজের সময় হ্যান্ড গ্লাভস ব্যবহার করবে।
- মেশিন পরিষ্কার করে যথাস্থানে তৈলাক্ত করবে।
- কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত করবে।
- প্রয়োজনমত মেশিন গার্ড ব্যবহার করবে।
- মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা করবে।

- পর্যাপ্ত কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার করো এবং অসমান হুইলে গ্রাইন্ডিং করবে না;
- হুইলে ট্রুয়িং ও ড্রেসিং প্রয়োজন হলে করে নাও এবং গ্রাইন্ডিং করার সময় অন্যমনস্ক হওয়া থেকে বিরত থাকবে;
- গ্রাইন্ডিং করার সময় হাত ও আঙ্গুল যেন কোন অবস্থাতেই হুইলকে স্পর্শ না করে সেদিকে খেয়াল রাখবে ইত্যাদি।

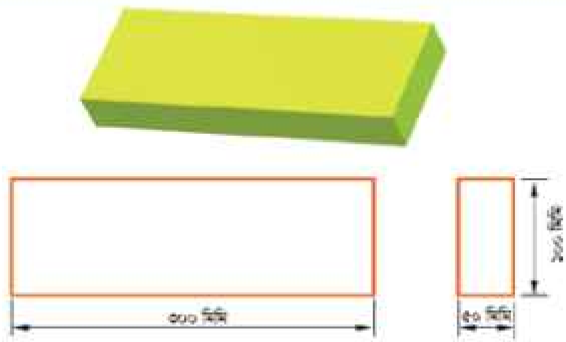
অর্জিত দক্ষতা/ফলাফল

টুইস্ট ড্রিল বিট গ্রাইন্ডিং করে সঠিক কোণ ও সার্পেনিং কাজ সম্পন্ন করতে সক্ষম হবে।

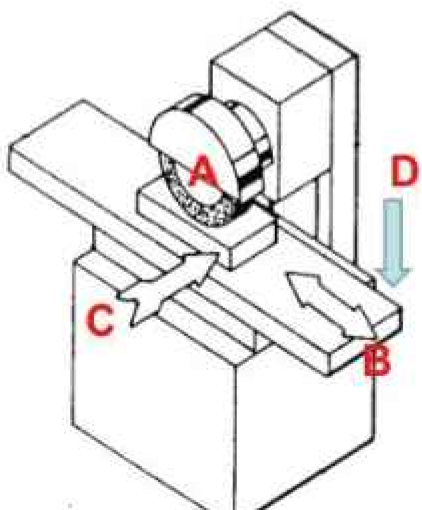
ফলাফল বিশ্লেষণ/মন্তব্য

সঠিক নিয়ম ও কৌশলে কাজটি করার ফলে টুলের স্থায়িত্ব ও মান বজায় রাখা সম্ভব হবে।

জব ৩: ফ্ল্যাট হরাইজন্টাল টপ সারফেস গ্রাইন্ডিং করার দক্ষতা অর্জন



চিত্র-১.৭৮ আয়তাকার বারের ডায়াগ্রাম ও ড্রয়িং



চিত্র-১.৭৯ সারফেস গ্রাইন্ডিং টুলস মুভমেন্ট

পারদর্শিতার মানদন্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (পিপিই) ও শোভন পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- জব অনুযায়ী টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেটেরিয়্যাল সিলেক্ট ও কালেক্ট করা;
- ড্রয়িং অনুযায়ী গ্রাইন্ডিং এর জন্য কাঁচামালমাল সংগ্রহ করা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- নষ্ট (Wast) মালামাল ও স্ক্র্যাপগুলো (Scrap) নির্ধারিত স্থানে ফেলা;
- কাজ শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দেওয়া ইত্যাদি।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	১টি
২	সেফটি গগল্‌স	কাল ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	১টি
৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	১টি
৪	মাস্ক	তিন স্তর বিশিষ্ট	১টি
৫	হ্যান্ড গ্লাভস	কাপড়ের তৈরি	১ জোড়া
৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	১ জোড়া


সেফটি হেলমেট


সেফটি গগল্‌স


অ্যাপ্রন


মাস্ক


হ্যান্ড গ্লাভস


সেফটি সুজ

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্টস ও মেশিন)

ক্রমিক	যন্ত্রপাতির নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	গ্রাইন্ডিং মেশিন	হরাইজন্টাল সারফেস গ্রাইন্ডার	১টি
২.	ম্যাগনেটিক চাক	টেবিল ও কার্যবস্তুর সাথে সমন্বয়যোগ্য	১টি
৩.	ভার্নিয়ার ক্যালিপার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৪.	মেশিন ব্রাশ	নরম ও প্রাকৃতিক কাঠের বা প্লাস্টিকের বাট	১টি

মালামাল (Materials)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১	ওয়ার্কপিছ	নরম লোহার আয়তাকার বার ৩০০ মিমি ১০০ মিমি ৫০ মিমি	১টি
২	ওয়েস্ট কটন	যেকোনো আকারের নরম ও সুতি কাপড়ের	২ টুকরা

সারফেস গ্রাইন্ড করার কৌশলসমূহ



গ্রাইন্ডিং হুইলের সাথে ড্রেসিং টুল মিলিয়ে ধরো



ড্রেসিং টুলকে সামনে পিছনে করো



একটি মেটাল প্লেট দিয়ে হুইলের সাথে কন্টাক্ট হয়েছে কিনা কাগজ দিয়ে চেক করো



মেশিনের সুইচ অন করো



গ্রাইন্ডিং কাজ শেষ করো | সারফেসের মসৃণতা পরীক্ষা করো

চিত্র-১.৮০ সারফেস গ্রাইন্ডিং কাজের ধাপ

কাজের ধারা

- প্রয়োজনীয় পিপিই পরিধান করো;
- ছকে উল্লেখিত তালিকা ও প্রয়োজন অনুযায়ী মালামাল এবং যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করো;
- তুমি ড্রয়িং ও টুল জিওমেট্রি অনুসারে ড্রিল বিটকে গ্রাইন্ডিং করার জন্য ড্রয়িং বুঝে নাও;
- অপারেশন স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী ফ্ল্যাট টপ সারফেস গ্রাইন্ডিং-এর উপযোগী ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস নির্বাচন করো;
- ফ্ল্যাট টপ সারফেস গ্রাইন্ডিং-এর উপযোগী করে ওয়ার্কপিস আটকাও;
- সেটআপ করার সময় পরিচ্ছন্নতার বজায় রাখো;
- টেবিল ক্রস ট্র্যাভার্স স্টপ এমনভাবে সমন্বয় কর যাতে হুইলের মোটামুটি ৩/৪ ইঞ্চি প্রস্থ ওয়ার্কপিসকে উভয় প্রান্তে অতিক্রম করো;
- দৃঢ়ভাবে টাইট করে স্টপ লক করো;
- টেবিলের লংগিচুডিনাল ট্র্যাভার্স স্টপ এমনভাবে সমন্বয় কর যাতে হুইলের কেন্দ্র ওয়ার্কপিসকে উভয় প্রান্তে কেবলমাত্র অতিক্রম করো;
- অপারেশন স্পেসিফিকেশন বা অন্য কোন নির্দেশনা অনুযায়ী ফ্ল্যাট টপ সারফেস রাফ গ্রাইন্ডিং-এর উপযোগী টেবিলের লংগিচুডিনাল ট্র্যাভার্স স্পীড নির্বাচন করো;
- মেশিন কন্ট্রোলের সাহায্যে টেবিল লংগিচুডিনাল ট্র্যাভার্স স্পীড সেট কর এবং সঠিক স্পীড সেট হয়েছে কি না দেখে নাও;
- ফ্ল্যাট টপ সারফেসে রাফ গ্রাইন্ডিং-এর উপযোগী টেবিলে ক্রস ট্র্যাভার্স স্পীড নির্বাচন করো;

- মেশিন কন্ট্রোল লিভারের সাহায্যে টেবিল ক্রস ট্র্যাভার্স স্পীড সেট করে দেখ সঠিক স্পীড হয়েছে কি না;
- গ্রাইন্ডিং স্পিন্ডল চালু কর এবং কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার করো;
- টেবিলের রৈখিক ও আড়া-আড়ি চলাচল চালু করো;
- গ্রাইন্ডিং হুইল, ওয়ার্কপিসে শুধুমাত্র স্পর্শ করে এমনভাবে ইন ফীড দাও এবং হ্যান্ড ফীড ব্যবহার করো;
- পরিমিত পরিমানে কাট দিয়ে হ্যান্ড ইন ফীড ব্যবহার করো;
- গ্রাইন্ডিং হুইলকে ইন ফীড হুইলের মোটামুটি ১/২ ইঞ্চি ঘূর্ণন পরিমান উঠিয়ে লও এবং ইন ফীড হ্যান্ড হুইল ব্যবহার করো;
- গ্রাইন্ডিং স্পিন্ডল বন্ধ করো;
- কাটিং ফ্লুইড লাইন বন্ধ করো;
- টেবিল ক্রস ফীড ও রৈখিক চলাচল বন্ধ করো;
- ওয়ার্কপিস ম্যাগনেটিক চাকে ক্ল্যাম্পিং পরীক্ষা করো;
- টেবিল কন্ট্রোল সেটআপ পরীক্ষা করো;
- ডাটা নির্বাচন ও সেটআপ পরীক্ষা করো;
- রাফ কাটের মাপ পরীক্ষা করো;
- ফিনিশ কাট শেষ হওয়ার পর সব মাপ সঠিকভাবে যাচাই করো;
- ড্রিল বিট গ্রাইন্ডিং করার মাঝে মাঝে মেজারিং টুল দিয়ে মাপ পরীক্ষা করো;
- জব সম্পন্ন হলে গ্রিজ মাখিয়ে কাগজ দ্বারা ভাজ করে এর উপর তোমার শ্রেণি, আইডি লিখে রাখ ;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করো;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করো;
- ওয়াস্ট ও স্ক্র্যাপগুলো নির্ধারিত স্থানে ফেলে দাও;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দাও ইত্যাদি।

কাজের সতর্কতা

- কাজের সময় হ্যান্ড গ্লাভস ব্যবহার করবে;
- কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত করবে;
- প্রয়োজনমত মেশিন গার্ড ব্যবহার করবে;
- হুইলে ট্রুয়িং ও ড্রেসিং প্রয়োজন হলে করে নিবে;
- গ্রাইন্ডিং করার সময় অন্যমনস্ক হওয়া থেকে বিরত থাকবে;
- গ্রাইন্ডিং করার সময় হাত এবং আঙ্গুল যেন কোনো অবস্থাতেই হুইলকে স্পর্শ না করে সেদিকে খেয়াল রাখবে ইত্যাদি।

২০২৫

অর্জিত দক্ষতা/ফলাফল

যথাযথভাবে কার্যবস্তুর সারফেস গ্রাইন্ডিং করতে সক্ষম হবে ।

ফলাফল বিশ্লেষণ/মন্তব্য

সঠিক নিয়মে কাজটি করার কৌশল অর্জন করবে।

অনুশীলনী-১

অতি সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১. গ্রাইন্ডিং বলতে কী বোঝায়?
২. সারফেস গ্রাইন্ডারের প্রকারভেদ উল্লেখ করো।
৩. হরাইজন্টাল সারফেস গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন অংশের নাম লেখ।
৪. হরাইজন্টাল সারফেস গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন এট্যাচমেন্ট এর ব্যবহার লেখ।
৫. গ্রাইন্ডিং হুইলে ড্রেসিং ও ট্রুয়িং কেন করা হয়?

সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১. গ্রাইন্ডিং হুইল নির্বাচনে বিবেচ্য বিষয়গুলি সংক্ষেপে ব্যাখ্যা করো।
২. গ্রাইন্ডিং মেশিনে নিরাপদে কাজ করার জন্য সতর্কতার বিষয়াদি বর্ণনা করো।
৩. সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুলের ডায়াগ্রাম অংকন করে টুল জিওমেট্রি দেখাও।
৪. সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুল ও মাল্টিপয়েন্ট কাটিং টুলের মধ্যে তুলনামূলক যুক্তি উপস্থাপন করো।
৫. সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুলে ব্যাক র‍্যাকের প্রয়োজন হয় কেন? ঠিক উত্তরটি লেখ এবং যুক্তি দেখাও।
   (ক) কার্যবস্তুর সারফেস ফিনিসের জন্য।
   (খ) কাটিং ফ্লুইড বা কুল্যান্ড দ্রুত অপসারণের জন্য।
   (গ) কার্যবস্তুর ঘর্ষণ কমানোর জন্য।
   (ঘ) কার্যবস্তু হতে উৎপাদিত চীপস সহজে অপসারণ ও টুকরা করার জন্য।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. গ্রাইন্ডিং হুইলের স্পেসিফিকেশন কিভাবে উল্লেখ করতে হয় তা বর্ণনা করো।
২. হরাইজন্টাল সারফেস গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন অংশের কাজ বর্ণনা করো।
৩. হরাইজন্টাল সারফেস গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসের ব্যবহার বর্ণনা করো।
২০২৫
৪. হরাইজন্টাল সারফেস গ্রাইন্ডারের বিভিন্ন কন্ট্রোল নবের ব্যবহার বর্ণনা করো।
৫. গ্রাইন্ডিং মেশিন চালানোর ক্ষেত্রে সতর্কতার বিষয়াদি বর্ণনা করো।

দ্বিতীয় অধ্যায়
বেসিক শেপার অপারেশন
Basic Shaper Operation



এক সময় কাঠের ব্যবহারই সবচেয়ে বেশি ছিল। কাঠ দিয়েই ঘর-বাড়ি, আসবাবপত্র ও অন্যান্য সরঞ্জামাদী তৈরি করা হতো। তাই কাঠমিস্ত্রিদের প্রয়োজন হতো কাঠ কাটার করাত, মসৃণ করার যন্ত্র রাঁদা, ফুটো করার যন্ত্র বর্মা ও অন্যান্য টুল হিসাবে বাটালি, হাতুড়ি ইত্যাদি।এছাড়াও অনেক যন্ত্রপাতি তারা ব্যবহার করতো। আজকাল কাঠমিস্ত্রিদের সকল প্রকার কার্যাদী মেশিনের সাহায্যে তৈরি হচ্ছে। কাঠের পাশাপাশি ধাতব পদর্থের ব্যবহার বৃদ্ধির ফলে অত্যাধুনিক অনেক মেশিন আবিষ্কার হলেও অনেক আগে থেকেই ধাতুর তল মসৃন করা, এ্যাঙ্গুলার সারফেস তৈরি করা, গ্রুভ, স্লট, স্প্লাইন, গিয়ার ইত্যাদি অপারেশনে যে যন্ত্রটি ব্যবহার হয়ে আসছে তার নাম শেপার মেশিন। অন্যান্য মেশিনের তুলনায় এর কাটার গতি কম হলেও শুধুমাত্র টুলপোস্টের সরল রৈখিক আসা-যাওয়ার মাধ্যমে অনেক কাজ সম্পন্ন করতে পারে। ছোটখাট ওয়ার্কশপ থেকে শুরু করে অনেক বড় বড় মেটাল প্রসেসিং শিল্প-কারখানায় শেপার মেশিন দেখা যায়।

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- শেপার অপারেশনে বিশেষ সতর্কতা ব্যবস্থা নিশ্চিত করতে পারব;
- শেপার হোল্ডিং ডিভাইস ও এট্যাচমেন্টসমূহের তালিকা প্রস্তুত করতে পারব;
- কুইক রিটার্ন মেকানিজম ব্যাখ্যা করতে পারব;
- স্পীড ও ফীড ক্যালকুলেট করতে পারব ;
- শেপার মেশিনে বিভিন্ন জব তৈরি করতে পারব।

উল্লেখিত শিখনফলগুলি অর্জনের লক্ষ্যে এ অধ্যায়ে আমরা দুটি জব সম্পন্ন করব। এ দু'টি জবের মাধ্যমে শেপার মেশিন ও শেপিং অপারেশন সম্পর্কে ব্যাখ্যা করা, টুলপোস্টে সঠিকভাবে কাটিং টুল ক্ল্যাম্পিং করা, টেবিল ভাইসে জব সেটিং করা, অটোমোশনে কাজ করা, সচারচার ব্যবহৃত এট্যাচমেন্ট চিহ্নিত করে ব্যবহার করা এবং জবের যাবতীয় কার্যাবলী, যেমন- স্লটিং (Sloting), উল্লম্ব (Vertical) শেপিং, অনুভূমিক (Horizontal) শেপিং, সাইড (Side) শেপিং, গ্যাং (Gang) শেপিং, স্ট্র্যাডল (Straddle) শেপিং, আপ এবং ডাউন (Up and Down) শেপিং ও ফরম (Form) শেপিং ইত্যাদি সম্পর্কে দক্ষতা অর্জন করব। জবগুলো সম্পন্ন করার পূর্বে প্রথমে প্রয়োজনীয় তাত্ত্বিক বিষয়সমূহ জানব।

২.১ শেপার মেশিন পরিচিতি

স্যামুয়েল বেন্টহাম (Samuel Bentham) ১৭৯১-১৭৯৩ খ্রিষ্টাব্দের মধ্যে একটি শেপার তৈরি করেছিলেন। পরবর্তীতে জেমস ন্যাসমিথ (James Nasmyth) ১৮৩৬ সালে শেপারের পূর্ণরূপ দেয়ার চেষ্টা করেন। উনিশ শতকের মাঝামাঝি থেকে শিল্প কারখানায় উৎপাদনে শেপার ব্যবহার হয়ে আসছে এবং তখন এর গঠন খুবই সাধারণ ছিল। বর্তমানে মিলিং মেশিন, গ্রাইন্ডিং মেশিন ও ব্রোচিং মেশিনসহ অন্যান্য মেশিনের নানাবিধ মেশিনিং এর কাজে শেপার পিছিয়ে থাকলেও এর মৌলিক কাজের কারণে এখনও সমাদৃত। শেপারে খুবই সাধারণ টুল ব্যবহার করা হয়, যন্ত্রাংশ সহজেই মেরামত করা যায় এবং রক্ষণাবেক্ষণ খরচ খুবই কম। তাই এখনও অনেক মেশিনশপ, ওয়ার্কশপ, টুল অ্যান্ড ডাইশপ ও বিভিন্ন মেরামত কারখানায় শেপারের কদর রয়েছে। কম সংখ্যক জব তৈরির ক্ষেত্রে এটি অতুলনীয়; কারণ এতে তুলনামূলক খরচ কম লাগে। শেপারের সাহায্যে ধাতু কাটার পদ্ধতিকে শেপিং (Shaping) বলা হয়। এজন্য শেপারের অপর নাম শেপিং মেশিন। এই মেশিনে বাটালি (Cutting Tool), টুলপোস্ট (Toolpost) এ বাঁধা অবস্থায় অনুভূমিক তলে অগ্র-পশ্চাৎ যাতায়াত করতে থাকে এবং জব বা কার্যবস্তুটি সুবিধামত স্থাপনশীল টেবিলে বা ভাইসে বাঁধা থাকে। কাটিং টুল সম্মুখদিকে যাবার সময় ধাতুকে কাটে এবং ফিরার সময় কাটে না। ফিরতি পথের শেষের দিকে টেবিল সরানোর যান্ত্রিক ব্যবস্থা দ্বারা স্বয়ংক্রিয়ভাবে বা হাতে প্রয়োজন অনুসারে টেবিল সরান হয়। তখন কাটিং টুল সম্মুখদিকে যাবার সময়ও কার্যবস্তুকে কাটে, যেহেতু ফিরতি স্ট্রোকে কোনো ধাতু কাটে না। সেজন্য এই অলস সময়ের ব্যবহার যতদূর সম্ভব কমানোর জন্য মেশিনকে দ্রুত ফেরার ব্যবস্থা করা থাকে। কাটিং টুল চলাচলের পথে টেবিলের সাহায্যে কার্যবস্তুতে আড়া-আড়িভাবে ফীড দেয়া হয় এবং হাত দিয়ে ঘুরিয়ে টুল স্লাইডকে নিচু করে ডেপথ অফ কাট দেয়া হয়। শেপার মেশিনে ফীড দেওয়া হয় টেবিলে। অর্থাৎ কাটার সময় কাটিং টুল নির্দিষ্ট জায়গায় থেকে কাটতে থাকে আর টেবিল নির্দিষ্ট গতিতে প্রতি স্ট্রোকে কার্যবস্তুকে কাটিং টুলের দিকে এগিয়ে দেয়।

২.২ শেপার মেশিনের শ্রেণি

শেপার মেশিনকে বিভিন্ন শ্রেণিতে ভাগ করা যায়। যেমন-

১. ড্রাইভিং মেকানিজমের (Driving Mechanism) উপর নির্ভর করে-
   a) ক্র্যাঙ্ক টাইপ শেপার (Crank Type Shaper)
   b) গিয়ার্ড টাইপ শেপার (Geared Type Shaper)
   c) হাইড্রলিক টাইপ শেপার (Hydraulic type shaper)

২. র‍্যামের চলাচলের (Ram Travel) উপর নির্ভর করে-
   a) হরাইজন্টাল শেপার (Horizontal Shaper)
   b) ভার্টিক্যাল টাইপ শেপার (Vertical Shaper)

৩. টেবিলের আকৃতির (Table Design) উপর নির্ভর করে-
   a) স্ট্যান্ডার্ড শেপার (Standard Shaper)
   b) ইউনিভার্সাল শেপার (Universal Shaper)

৪. কাটিং স্ট্রোকের (Cutting Stroke) উপর নির্ভর করে-
   a) পুশ-কাট টাইপ শেপার (Push Cut Type)
   b) ড্র-কাট টাইপ শেপার (Draw Cut Type)



চিত্র-২.১ ইউনিভার্সাল শেপার



চিত্র-২.২ স্ট্যান্ডার্ড শেপার



চিত্র-২.৩ ভার্টিক্যাল টাইপ শেপার



চিত্র-২.৪ হাইড্রলিক টাইপ শেপার



চিত্র-২.৫ ড্র-কাট টাইপ শেপার



চিত্র-২.৬ গিয়ার্ড টাইপ শেপার

২.৩ শেপার মেশিনের প্রধান অংশসমূহ এবং কাজ

শেফার মেশিনের প্রধান অংশসমূহ যথা-

- বেজ (Base)
- র‍্যাম (Ram)
- কলাম (Column)
- ক্রস-রেইল (Cross-Rail)
- টেবিল (Table)



চিত্র-২.৭ শেপার মেশিনের প্রধান অংশসমূহ

শেপার মেশিনের প্রধান অংশসমূহের ফাংশন বা কাজ নিম্নে বর্ণনা করা হলো-

বেজ (Base)

- এটি ভারি ধাতব অংশ যার উপর সম্পূর্ণ শেপার মেশিন বসানো থাকে। এর তেলের ধারক হিসাবেও কাজ করে। এই তেল পিচ্ছিলকারক (Lubricant) হিসাবে শেপারের বিভিন্ন অংশে সরবরাহ করা হয়।
- বেসটি কম্পন প্রতিরোধের জন্য ঢালাই লোহা দিয়ে ফাঁপা করে তৈরি করা হয় এবং এর উপর শেপারের সমস্ত অংশ মাউন্ট করা হয়।
- এটি এমনভাবে ডিজাইন করা হয় যাতে মেশিনের পুরো ভার এবং কার্যবস্তুর উপর কাটিং টুল দ্বারা কাটিং ফোর্স বহন করতে পারে।

র‍্যাম (Ram)

- এটি শেপার মেশিনের প্রধান চলমান অংশ। এর কাটিং টুল ধরে রাখে এবং তাকে চালনা করে। এটি রকার আর্ম এর সাথে লাগানো থাকে, যা একে সামনে-পিছনে (Oscillating Motion) অগ্রসর হওয়ার গতি দেয়। ২০২৫

- টুলহেডে ক্ল্যাপার (Clapper) বক্সের সাথে সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুল লাগানো থাকে, যা সামনের দিকে অগ্রসর কার্যবস্তু কাটে। র‍্যাম পিছন দিকে ফিরে আসার সময় কার্যবস্তু কাটে না।
- নিম্নগামী ফীড স্ক্রু এর মাধ্যমে কাটিং টুলে ফীড বা ডেপথ অফ কাট দেয়া হয়।
- টুলহেড সুইভেল বেজের উপর বসানো থাকে এবং সুইভেল বেজে ডিগ্রীতে দাগ কাটা থাকে ফলে টুলহেডকে কোণ করে সেট করা যায় এবং কৌণিক কার্যবস্তুতে শেপিং করা সহজ হয়।

কলাম (Column)

- এটি কাস্ট আয়রন লোহার তৈরি বক্সের মত যা শেপার বেজের উপর বসানো থাকে।
- কলামের উপর দুইটি গাইডওয়ে থাকে যার উপর দিয়ে র‍্যাম উঠা-নামা করে।
- ড্রাইভ মেকানিজমের কভার হিসাবে কলাম কাজ করে থাকে এবং রিসিপ্রোকেটিং র‍্যাম ওয়ার্ক টেবিলকে সহযোগিতা করে।

ক্রস-রেইল (Cross-rail)

- কলামের যেখানে স্যাডল মাউন্ট করা থাকে তার সামনেই ভার্টিক্যাল তলে ক্রস রেইল মাউন্ট করা থাকে।
- এলিভেটিং স্ক্রু ব্যবহার করে ক্রস রেইলের উপরে-নিচে উঠা-নামা করে টেবিলকে উপরদিকে উঠানো যায়।
- ক্রস ফীড স্ক্রু ব্যবহার করে স্যাডলকে ঘুরিয়ে টেবিলকে অনুভূমিকভাবে ঘুরানো যায়।

টেবিল (Table)

- টেবিল একটি ধাতব বাক্স যা ফ্রেমের সাথে লাগানো থাকে। এতে যে কার্যবস্তুকে শেপিং করতে তা আটকানো হয়। সাধারনত শেপারে টেবিলকে বেজের সমতলে ডানে, বামে, সামনে ও পেছনে সরানো যায়।
- ইউনিভার্সাল টাইপ টেবিলকে বেজের তলের সাথে যেকোনো কোণে ঘুরানো যায়।
- টেবিল বোল্ট দ্বারা স্যাডলের সাথে আটকানো থাকে এবং টেবিল স্যাডলের ক্রস রেইলের সাহায্যে সামনে-পেছনে ও ভার্টিক্যাল দিকে চলাচল করতে পারে। টেবিল যেকোনো কোণে কাত করা যায়। টেবিলে টি-স্লট থাকে ফলে ভাইসে কার্যবস্তু ক্ল্যাম্প করা সহজ হয়।

২.৪ শেপারে ব্যবহৃত সরঞ্জামাদি

- অ্যাঙ্গেল প্লেট (Angle Plate)
- ডায়াল ইন্ডিকেটর (Dial Indicator)
- রোটারি টেবিল (Rotary Table)
- সি-ক্ল্যাম্প (C-Clamp)
- প্যারালাল বার (Parallel Bar)

- ভি-ব্লক (V-block)
- ক্যাপলেটস (Caplets)
- সারফেস গেজ (Surface Gauge) ইত্যাদি।



অ্যাঙ্গেল প্লেট



রোটারি টেবিল



সি ক্ল্যাম্প



সারফেস গেজ



প্যারালাল বার



ভী-ব্লক

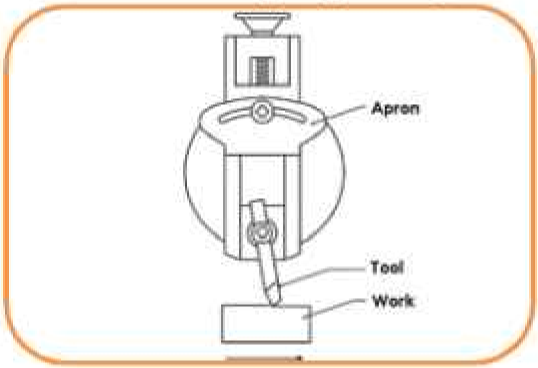
চিত্র-২.৮ শেপার মেশিনে ব্যবহৃত বিভিন্ন এক্সেসরিজসমূহ

২.৫ শেপার অপারেশনসমূহ

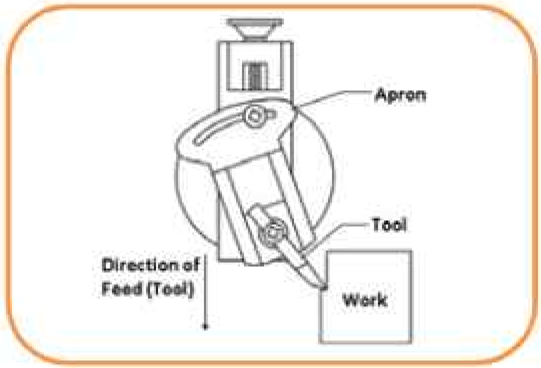
- সারফেসিং (Surfacing)
  - হরাইজন্টাল সারফেসিং (Horizontal Surfacing)
  - ভার্টিক্যাল সারফেসিং (Vertical Surfacing)
  - অ্যাঙ্গুলার সারফেসিং (Angular Surfacing)
  - ইরেগুলার সারফেসিং (Irregular Surfacing)
- স্টেপ কাটিং (Step Cutting)
- শোল্ডারিং (Shouldering)

২০২৫

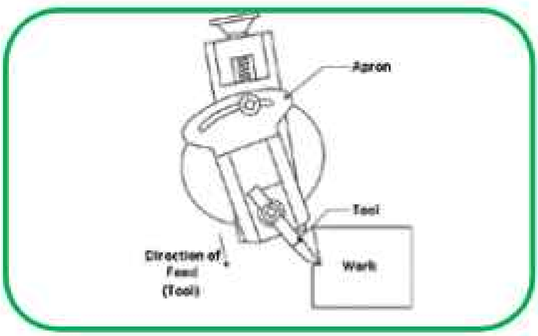
- গ্রুভিং (Grooving)
- চেম্ফারিং (Chamfering)
- স্লটিং (Slotting)
- সারফেস গেজ (Surface Gauge)
- কী-ওয়ে কাটিং (Key-way Cutting) ইত্যাদি ।



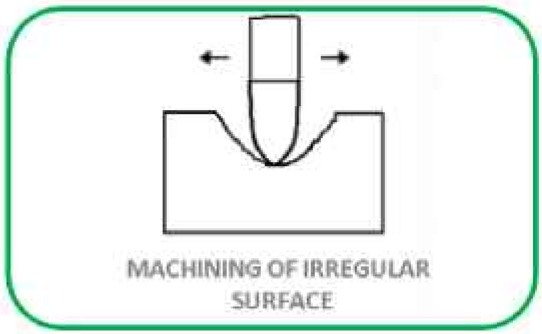
হরাইজন্টাল সারফেস মেশিনিং



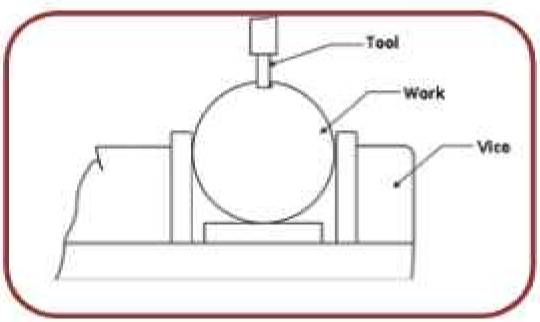
ভার্টিক্যাল সারফেস মেশিনিং



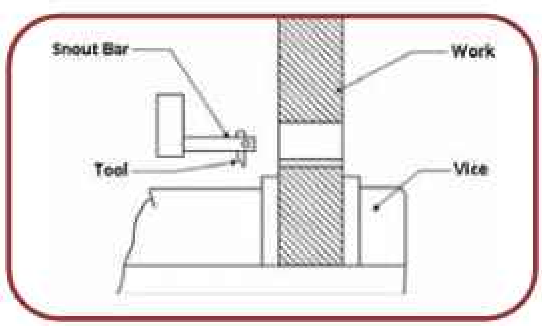
অ্যাঙ্গুলার সারফেস মেশিনিং



রাফ সারফেস মেশিনিং



কাটিং স্লট অ্যান্ড কী-ওয়ে



ইন্টার্নাল কী-ওয়ে মেশিনিং

চিত্র-২.৯ শেপার মেশিনের বিভিন্ন অপারেশনসমূহ

২০২৫

২.৬ শেপিং কাজে ব্যবহৃত মেজারিং টুলস

শেপিং কাজে ব্যবহৃত বিভিন্ন মেজারিং টুলসসমূহ যথা-

- স্টিল রুল (Steel Rule)
- ভার্নিয়ার ক্যালিপার্স (Vernier Calipers)
- গেজ (যেমন-ডেপথ্, সারফেস, রেডিয়াস, ফিলার গ্যাপ, স্লিপ, টেপার ইত্যাদি)
- ভার্নিয়ার হাইট গেজ (Vernier Height Gauge)
- কম্বিনেশন সেট (Combination Set)
- ট্রাই স্কয়্যার (Try Square)
- টেলিস্কোপ গেজ (Telescoping Gauge)
- স্প্রীট লেভেল (Spirit Level)
- আউটসাইড ও ইনসাইড ক্যালিপার (Outside and Inside Caliper)
- বিভেল প্রোট্র্যাক্টর (Bevel Protector) ইত্যাদি ।

২.৭ শেপার মেশিনের কন্ট্রোল ও সেটিংস

শেপার মেশিনের বিভিন্ন প্রকার কন্ট্রোল ও সেটিং এর ব্যবহার-

মেশিন সুইচ: শেপার মেশিনে বিদ্যুৎ সরবরাহ নিয়ন্ত্রণ করতে মেশিন সুইচ ব্যবহৃত হয়।

মটর স্টার্টার: সুইচ টিপলে ইহা মটরকে চালু করে।

ক্লাচ এন্ড ব্রেক লিভার: শেপিং মেশিন চালনার জন্য যান্ত্রিক শক্তি উৎপাদনের প্রধান অংশ হচ্ছে মোটর। মোটর বৈদ্যুতিক শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করে এবং উৎপন্ন যান্ত্রিক শক্তিকে র‍্যাম ড্রাইভিং মেকানিজমের সঙ্গে সংযুক্ত ও বিযুক্ত করতে ক্লাচ এন্ড ব্রেক লিভার ব্যবহৃত হয়।

স্ট্রোক এ্যাডজাস্টিং শ্যাফট: স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য বাড়াতে এবং কমাতে স্ট্রোক এ্যাডজাস্টিং শ্যাফট ব্যবহৃত হয়।

র‍্যাম লকিং লিভার: বিভিন্ন অবস্থানে র‍্যামকে লক করতে বা আটকাতে র‍্যাম লকিং লিভার ব্যবহৃত হয়। এটির সাহায্যে র‍্যামের স্ট্রোকের অবস্থান পরিবর্তন করে প্রয়োজনীয় জায়গায় সেট করা যায়।

২০২৫

ডাউন ফীড হ্যান্ডেল :কাটিং টুলসহ টুল স্লাইড উঁচু বা নিচু (ফীড) নিয়ন্ত্রণ করতে ডাউন ফীড হ্যান্ডল ব্যবহৃত হয়।

ক্রস ফীড হ্যান্ড হুইল :

টেবিলের অনুভূমিক চলাচল (ফীড) নিয়ন্ত্রণ করতে ক্রস ফীড হ্যান্ড হুইল ব্যবহৃত হয়।

টেবিল অ্যাডজাস্টিং ক্র্যাঙ্ক :

টেবিলকে খাড়াভাবে অর্থাৎ উলম্বভাবে চলাচল করাতে টেবিল অ্যাডজাস্টিং ক্র্যাঙ্ক ব্যবহৃত হয়।

স্পীড চেঞ্জিং লিভার :

প্রতি মিনিটে র‍্যামের স্ট্রোকের সংখ্যা বাড়াতে বা কমাতে স্পীড চেঞ্জিং লিভার ব্যবহৃত হয়।

অটোমেটিক টুল লিফটার :

রিটার্ন স্ট্রোকের সময় কাটিং টুলকে উঁচু করে ফীড অবস্থানে আনতে অটোমেটিক টুল লিফটার ব্যবহৃত হয়।

টুলপোস্ট ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু :

টুলপোস্ট কাটিং টুলকে মজবুতভাবে ধরে রাখতে টুলপোস্ট ক্ল্যাম্পিং স্ক্রুঃ ব্যবহৃত হয়।

ক্রস ফীড এনগেজমেন্ট লিভার :

ক্রস ফীড নিয়ন্ত্রণ করার জন্য এই লিভার ব্যবহৃত হয়। এটি টেবিলের অবস্থান ডানদিকে বা বামদিকে যাবে কি না তা নির্দিষ্ট করে।

এলিভেটিং স্ক্রু :

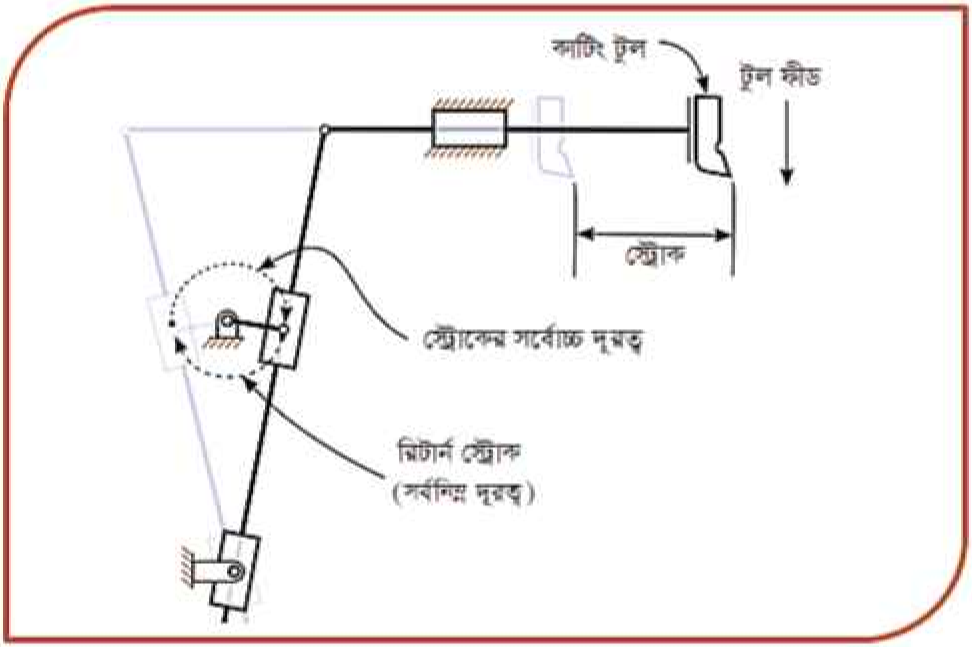
এর সাহায্যে টেবিলকে উপরে-নিচে উঠানো ও নামানো হয়।

ক্রস ফীড মেনুয়্যাল কন্ট্রোল:

এর সাহায্যে টেবিলকে হাতে নিয়ন্ত্রণ করে ডানদিকে বা বামদিকে সরানো যায়।

২.৮ কুইক রিটার্ন মেকানিজম (Quick Return Mechanism)

এ মেকানিজমের মাধ্যমে র‍্যাম-এর আসা-যাওয়ার গতি সৃষ্টি করে কাটিং টুল, টুলপোস্টে বাঁধা অবস্থায় অনুভূমিক তলে অগ্র-পশ্চাৎ যাতায়াত করতে পারে; কাটিং টুল সম্মুখদিকে যাবার সময় কার্যবস্তুকে কাটে এবং ফিরার সময় কাটে না। এ মেকানিজমের মাধ্যমে র‍্যাম দ্রুত ফিরে এসে পূণরায় কাটিং অপারেশনে সহযোগিতা করে বিধায় একে কুইক রিটার্ন মেকানিজম বলে।



চিত্র-২.১০ শেপার মেশিনের কুইক রিটার্ন মেকানিজম ডায়াগ্রাম

কুইক রিটার্ন মেকানিজম তিন প্রকার-

- হুইটওয়ার্থ মেকানিজম (Whitworth Mechanism)
  - স্লটেড বার (Slotted Bar)
  - স্লাইডার ব্লক (Slider Block)
    ক্র্যাঙ্ক গিয়ার (Crank Gear)
- ক্র্যাঙ্ক অ্যান্ড স্লটেড লিংক মেকানিজম (Crank and Slotted Link Mechanism)
- হাইড্রোলিক ড্রাইভ (Hydraulic Drive)

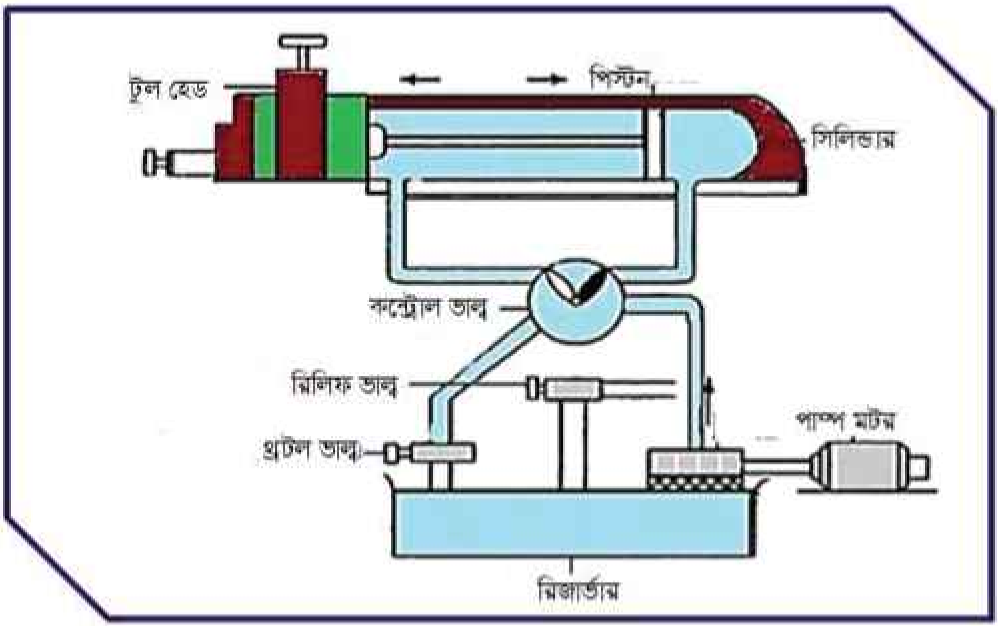
হুইটওয়ার্থ মেকানিজম

হুইটওয়ার্থ কুইক রিটার্ন মেকানিজম একটি সিঙ্গেল স্লাইডার ক্র্যাঙ্ক চেইন ব্যবস্থা, যেখানে রোটারি মোশনকে রৈখিক গতিতে রূপান্তর করে।

ক্র্যাঙ্ক অ্যান্ড স্লটেড লিংক মেকানিজম

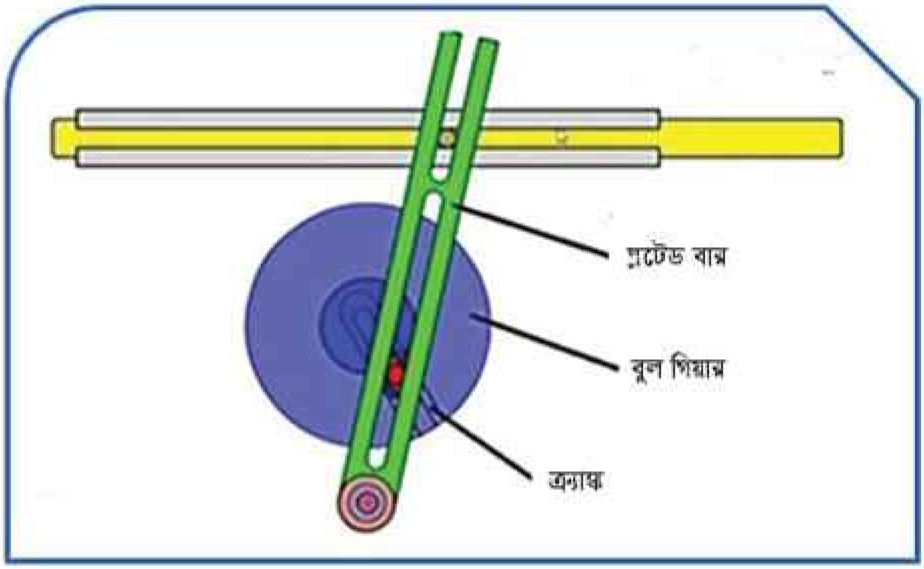
ক্র্যাঙ্ক অ্যান্ড স্লটেড লিংক কুইক রিটার্ন মেকানিজম রোটারি মোশনকে রৈখিক গতিতে রূপান্তর করে। এটি কার্যবস্তুতে আকৃতি প্রদানের ক্ষেত্রে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয় এবং ধাতব স্টোকের বাইরে সমতল পৃষ্ঠতল কাটতে বিশেষভাবে কার্যকর। মেকানিজমটি একটি আবর্তিত ডিস্কের সাথে সংযুক্ত একটি বাহু নিয়ে গঠিত, যা নিয়ন্ত্রিত ইউনিফর্ম গতিতে চলে।

হাইড্রোলিক ড্রাইভ মেকানিজম

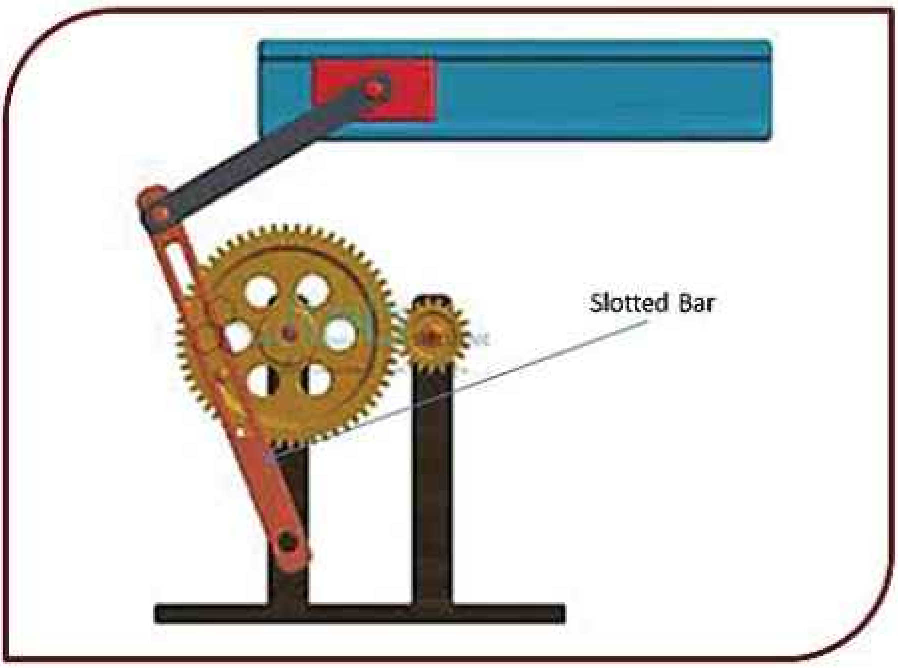


চিত্র-২.১১ হাইড্রোলিক ড্রাইভ মেকানিজম

হাইড্রোলিক মেকানিজম ব্যবস্থাপনায় শেপারের র‍্যামটি হাউড্রোলিক শক্তিতে আসা-যাওয়া গতি প্রাপ্ত হয়। উচ্চ চাপে অপারেটিং সিলিন্ডার পিস্টনের উপর চাপ প্রয়োগ করে। পিস্টনের শেষ প্রান্তে পিস্টন রডের মাধ্যমে র‍্যাম সংযুক্ত করা থাকে। পাম্পের মাধ্যমে পিস্টনের উপর প্রয়োগকৃত তেলের চাপের উপরেই পিস্টনের গতির তারতম্য হয়ে থাকে এবং র‍্যামের বিভিন্ন গতির প্রয়োজনে এটি বিভিন্ন হয়ে থাকে। এই মেকানিজমের বড় সুবিধা হচ্ছে- শুরু থেকে শেষ পর্যন্ত কাটিং স্পীড নিয়ন্ত্রণে রাখা যায়। কোনো প্রকার তারতম্য ঘটার সম্ভাবনা থাকে না। স্পীড এবং ফীড কন্ট্রোলের ক্ষেত্রে এটি খুবই সুবিধাজনক। কাটিং টুলের উপর ওভার লোড দেয়া হলেও র‍্যামে কোন শক বা ঝাঁকুনি সৃষ্টি হয় না। এ মেকানিজমের যন্ত্রাংশ কখনই ভাঙ্গে না এবং অপারেশনের সময় তেমন কোনো শব্দ হয় না।ইহা ধীরগতি সম্পন্ন মেকানিজম ব্যবস্থা।



চিত্র-২.১২ ক্র্যাঙ্ক অ্যান্ড স্লটেড লিংক মেকানিজম



চিত্র-২.১৩ স্লটেড বার



চিত্র-২.১৪ স্লাইডার ব্লক



চিত্র-২.১৫ ক্র্যাঙ্ক গিয়ার

২০২৫

২.৯ শেপার মেশিন স্পেসিফিকেশন

শেপারের মাপ র‍্যাম স্ট্রোকের সর্বোচ্চ দৈর্ঘ্য অর্থাৎ মেশিনে সর্বাধিক যতটা দৈর্ঘ্যের কার্যবস্তুকে মেশিনিং করতে পারে তা দ্বারা শেপারের মাপ প্রকাশ করা হয়। একটি স্ট্যান্ডার্ড শেপার সর্বাধিক ঐ মাপের ঘনবস্তুকে ক্ল্যাম্পিং ও মেশিনিং করতে পারে। যেমন- একটি ১৬ ইঞ্চি শেপার মেশিন বলতে মেশিনের র‍্যাম স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য, টেবিলের আড়া-আড়ি ফিডের দূরত্ব এবং টেবিল থেকে কাটিং টুলের উচ্চতা সর্বাধিক ১৬ ইঞ্চির কিঞ্চিৎ অধিক হবে; যাতে ১৬ ইঞ্চির একটি ঘনবস্তুকে মেশিনিং করা যায়। শেপার সাধারণত ১৫০ মিমি অথবা ৬ ইঞ্চি থেকে ৯০০ মিমি অথবা ৩৬ ইঞ্চি পর্যন্ত হয়ে থাকে। তবে সাধারণ কাজের জন্য ৪৫০ মিমি থেকে ৬০০ মিমি রেঞ্জের বেশি ব্যবহৃত হয়। প্রতি মিনিটে র‍্যাম স্ট্রোক ১৫ থেকে ৯০ হয়, স্লাইডের সর্বোচ্চ ভ্রমণ ১৫০ মিমি, টেবিলের সর্বোচ্চ অনুভূমিক ভ্রমণ ৪৫০মিমি, সাইড টেবিলের পরিমাপ ৪৭৩ মিমি × ৩৩০ মিমি, মেঝের প্রয়োজনীয় স্থান ১৯৮১ মিমি × ১০৬৭ মিমি ও মটর ৩ অশ্বশক্তির হয়ে থাকে।

২.১০ শেপিং এর কাটিং স্পিড, ফিড ও ডেপথ অব কাট

কাটিং স্পিড

শেপিং মেশিনে ধাতু কাটবার হারকে অর্থাৎ প্রতি মিনিটে একটি বাটালি যত মিটার (বা ফুট) কার্যবস্তু কাটে তাকে কাটিং স্পিড বলে। লেদ মেশিনে কার্যবস্তু নিরবিচ্ছিন্নভাবে কাটা হয় বলে কার্যবস্তুর পরিধির গতির দ্বারা কাটিং স্পিড প্রকাশ হয়। কিন্তু শেপার মেশিনে কার্যবস্তু নিরবিচ্ছিন্নভাবে কাটে না, সামান্য বিরতির ব্যবধানে কাটে। এতে কাটিং টুলটি সম্মুখের দিকে যাওয়ার সময় ধাতু কাটে; কিন্তু ফেরার পথে কোনো কাজ করে না। সুতরাং শেপিং মেশিনের কাটিং টুলের কাটিং স্পিড হিসাব করার সময় কাটিং টুলটির ফিরে আসতে যে সময় লাগে তাহা বাদ দিতে হয়।

$$\text{কাটিং স্পিড, } CS = \frac{\text{কাটিং স্ট্রোকের মোট দৈর্ঘ্য}}{\text{কাটিং স্ট্রোকের সময়}}$$

কুইক রিটার্ন মেকানিজম হতে দেখা যায় যে,

$$\frac{\text{রিটার্ন স্ট্রোক}}{\text{কাটিং স্ট্রোক}} = \frac{১৪০^\circ}{২২০^\circ} = \frac{১৪}{২২} = \frac{২}{৩} \text{ (প্রায়)}$$

এখানে দেখা যাচ্ছে যে, শেপারের কাটিং টুলের যাওয়া এবং ফেরত আসার সময়ের অনুপাত ৩ঃ২। অনুপাতিটির সংখ্যা দুটির যোগফল ৫। সুতরাং কাটিং টুল একবার যাতায়াত করতে যে সময় নিবে তার $\frac{৩}{৫}$ অংশ যেতে ও $\frac{২}{৫}$ অংশ ফিরে আসতে লাগবে। তাই শেপিং মেশিনের ক্ষেত্রে কার্যত ১ মিনিটে যতটা দৈর্ঘ্যের কার্যবস্তু কাটতে পারবে, প্রকৃতপক্ষে সেই ধাতু $\frac{৩}{৫}$ মিনিটে কাটবে। যদি বলা হয়, কাটিং টুলটি এক মিনিটে ১০ বার যাতায়াত করে তাহলে কাটিং টুলটি কার্যবস্তুকে $\frac{৩}{৫}$ মিনিটে ১০ বার কাটে।

২০২৫

সুতরাং $\frac{৩}{৫}$ মিনিটে কাটে ১০ বার

বা, ১ মিনিটে কাটে $\frac{১০}{\frac{৩}{৫}} = ১০ \times \frac{৫}{৩} = \frac{৫০}{৩} = ১৬\frac{২}{৩}$ বার

উপরোক্ত উদাহরণ হতে বোঝা যাচ্ছে যে, র‍্যামটি ১ মিনিটে যতবার যাতায়াত করছে তাকে $\frac{৩}{৫}$ দ্বারা ভাগ বা $\frac{৫}{৩}$ দ্বারা গুণ করলে কাটিং টুলটি এক মিনিটে যতটুকু কাটছে তা পাওয়া যাবে। কাটিং টুলের দৌড়ের দূরত্ব হতে প্রতিবার কত মিটার (বা ফুট) লম্বা কার্যবস্তু কাটছে তা পাওয়া যায়। সুতরাং দৌড়ের দূরত্বকে (মিটার বা ফুটে) কাটিং টুলটি প্রকৃতপক্ষে এ মিনিটে ফিরবার সময় বাদে এক মিনিটে যতবার কার্যবস্তু কাটবে তা দ্বারা গুণ করলে কাটিং স্পিড পাওয়া যাবে। দৌড়ের দূরত্বকে সাধারণত মিলিমিটারে (বা ইঞ্চিতে) দেওয়া থাকে। কিন্তু কাটিং স্পিড মিটারে (বা ফুটে) প্রকাশ করতে হয়। সুতরাং দৌড়ের দূরত্বকে মিলিমিটার (বা ইঞ্চি) হতে মিটারে (বা ফুটে) পরিবর্তন করার জন্য ১০০০ (বা ১২) দ্বারা ভাগ দিতে হয়।

কাটিং স্পীড ও প্রতি মিনিটে ডবল স্ট্রোকের সংখ্যা বের করার সূত্রাবলী-

এখানে ধরা যাক,

L = কাটিং স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য মিলিমিটারে বা ফুটে

m = রিটার্ন স্ট্রোক ও কাটিং স্ট্রোকের সময়ের অনুপাত

n = প্রতি মিনিটে র‍্যামের ডবল স্ট্রোক অর্থাৎ যাতায়াতের সংখ্যা বা প্রতিমিনিটে বুল-হুইলের আবর্তন সংখ্যা (RPM)

CS = কাটিং স্পিড (মিটার/মিনিট অথবা ফুট/মিনিট)

তাহলে, কাটিং স্পিড এবং প্রতি মিনিটে র‍্যামের যাতায়াতের সংখ্যা বের করার সূত্রাবলি হবে-

মেট্রিক পদ্ধতিতে-

$$CS = \frac{nL(1+m)}{1000} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (১)$$

$$n = \frac{CS \times 1000}{L(1+m)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (২)$$

র‍্যামের ফিরে আসা এবং সম্মুখে যাওয়ার সময়ের গড় অনুপাত মোটামুটি ২ ঃ ৩ হলে, উপরের সূত্র দুটি দাড়ায়-

$$CS = \frac{nL(1+m)}{1000} = \frac{n \times L(1+\frac{2}{3})}{1000} = \frac{\frac{5}{3}nL}{1000} = \frac{nL}{600} \quad \ldots\ldots\ldots (৩)$$

$$n = \frac{1000 \times CS}{L(1+m)} = \frac{1000 \times CS}{L(1+\frac{2}{3})} = \frac{1000 \times CS}{\frac{5}{3}L} = \frac{600 \times CS}{L} \quad \ldots\ldots (8)$$

ব্রিটিশ পদ্ধতিতে-

$$CS = \frac{nL(1+m)}{12} \quad \text{.........................} (৫)$$

$$n = \frac{12 \times CS}{L(1+m)} \quad \text{.........................} (৬)$$

র‍্যামের ফিরে আসা এবং সম্মুখে যাওয়ার সময়ের গড় অনুপাত মোটামুটি ২ ঃ ৩ হলে, উপরের সূত্র দুটি দাড়ায়-

$$CS = \frac{nL(1+m)}{12} = \frac{n \times L(1+\frac{2}{3})}{12} = \frac{\frac{5}{3}nL}{12} = 0.14 \times nL \quad \text{.........} (৭)$$

$$n = \frac{12 \times CS}{L(1+m)} = \frac{12 \times CS}{L(1+\frac{2}{3})} = \frac{12 \times CS}{\frac{5}{3}L} = \frac{CS}{0.14 \times L} \quad \text{.........} (৮)$$

নিজে করি

তোমাকে একটি নরম লোহার বার দিয়ে বলা হলো- তুমি এটিকে শেপিং করে নিয়ে আস। বারটির দৈর্ঘ্য ৩০০ মিমি, যাহা শেপারের স্ট্রোক দৈর্ঘ্যের সমান। প্রতি মিনিটে ডবল স্ট্রোকের সংখ্যা ২০ এবং ফিরতি সময়ের সাথে ধাতু অপসারণে সময়ের অনুপাত ২ ঃ ৩ হলে; শেপার মেশিনটিতে তুমি কাটিং স্পীড কত প্রয়োগ করবে? যদি বারটির দৈর্ঘ্য ১০ ইঞ্চি হয়, তাহলে কাটিং স্পীড কত হবে?

ফীড

প্রতি কাটিং স্ট্রোকের জন্য টেবিলকে অনুভূমিকভাবে যে পরিমাণ এগিয়ে দেওয়া হয় তা হলো হরাইজন্টাল শেপিংয়ের জন্য ফিড। প্রতি স্ট্রোকের জন্য টুল স্লাইডকে নিচের দিকে যে পরিমাণ নামিয়ে দেওয়া হয় অর্থাৎ উল্লম্ব তল কাটার জন্য তা হল ভার্টিক্যাল এ্যাঙ্গুলার ফিড।

ফিড এর গভীরতা নিম্নে উল্লেখিত বিষয়গুলির উপর নির্ভর করে-

- কাটের গভীরতা (Depth of Cut)
- তলের মসৃণতা (Serface Finish)
- শেপিং এর সূক্ষ্মতা (Precesion of Shaping)
- টুলের আকৃতি (Shape of Tools)
- মেশিনের দৃঢ়তা এবং শক্তি (Power and Regidness of Machine)
- কাটার জন্য মেটেরিয়্যালের ধরন ও আকৃতি (Cutting Tool Materials)
- কার্যবস্তু বাঁধার উপায় (Clamping System of Workpice)
- কাটিং টুলের কাঠিন্যতা (Hardness of Cutting Tools) ইত্যাদি।

২০২৫

ফীড নির্ণয়

হরাইজন্টাল শেপিং এর জন্য ক্রস ফীড নির্ণয় করতে নিম্নোক্ত সূত্র ব্যবহার করা হয়-

$$F = P \times \frac{n}{N}$$

যেখানে, F = ক্রস ফীড মিমি
P = ফীড স্ক্রু এর পিচ মিমি
n = প্রতি কাটিং স্পীডের জন্য এগিয়ে দেওয়া র‍্যাচেট হুইলের দাঁতের সংখ্যা
N = র‍্যাচেট হুইলের মোট দাঁত সংখ্যা

উদাহরণ

প্রশ্ন

মনে করো তুমি একটি শেপার মেশিনে কাজ করবে, সেই মেশিনের ফীড স্ক্রু এর পিচ ৫ মিমি। প্রতি কাটিং স্ট্রোকের জন্য এগিয়ে যাওয়া র‍্যাচেট হুইলের দাঁত সংখ্যা ৩ এবং র‍্যাচেট হুইলের মোট দাঁতের সংখ্যা ১২ হলে, তোমাকে বের করতে হবে মেশিনে কত ফীড দিতে হবে?

আমরা জানি,

$$F = P \times \frac{n}{N}$$

$$= 5 \times \frac{3}{12} = 1.25 \text{ মিমি}$$

যেখানে, F = ক্রস ফীড মিমি
P = ফীড স্ক্রু এর পিচ 5 মিমি
n = প্রতি কাটিং স্পীডের জন্য এগিয়ে দেওয়া র‍্যাচেট হুইলের দাঁতের সংখ্যা 3
N = র‍্যাচেট হুইলের মোট দাঁত সংখ্যা 12

∴ ফীড 1.25 মিমি/ঘূর্ণন (উত্তর)

ডেপথ অফ কাট

একটি সিঙ্গেল কাটে যতটা পুরত্বের কার্যবস্তুকে কাটা হয়, তাকে কোপের গভীরতা বা ডেপথ অব কাট বলা হয়। ইহা কার্যবস্তুর মেশিনিং করা পৃষ্ঠ এবং মেশিনিং না করা পৃষ্ঠের মধ্যে লম্ব দূরত্বকে বোঝায়।

শেপিং এ রাফ কাট ও ফীড কাট

রাফ কাট

শেপারে যখন কোনো কার্যবস্তু বা ওয়ার্কপিস থেকে বেশি পরিমান ধাতু অপসারণ করার প্রয়োজন হয়, তখন রাফ কাট দিয়ে তাড়াতাড়ি অতিরিক্ত ধাতু অপসারণ করা হয়। রাফ কাট বলতে কম সংখ্যক নম্বর অব স্ট্রোক দিয়ে অধিকতর গভীরতায় ধাতু কাটাকে বোঝায়। রাফ কাটের জন্য গভীরতা ৩ মিমি থেকে ৫ মিমি হয়ে

থাকে। রাফ কাটের জন্য সারফেস ফীড এবং সূক্ষ্মতা গুরুত্বপূর্ণ বিষয় নয়, অতিরিক্ত ধাতু অপসারণই হলো আসল উদ্দেশ্য।

রাফ কাটের জন্য বিবেচ্য বিষয়গুলি হলো-

- কার্যবস্তুকে অবশ্যই দৃঢ়ভাবে বাঁধতে হবে;
- সঠিক কাটিং ডাটা অবশ্যই সেট করতে হবে;
- কাটিং স্লাইডকে অবশ্যই টুল স্লাইড উঁচুতে রেখে সঠিকভাবে বাঁধতে হবে;
- সঠিক ফীড ব্যবহার করতে হবে;
- মেশিনের বেইস দৃঢ়ভাবে ভূমির সাথে আটকাতে হবে ইত্যাদি।

ফীড কাট

কোনো বস্তুর ক্ষেত্রে রাফ কাটার পর ফীড কাট দেওয়া হয়। রাফ কাটের সাহায্যে বেশিরভাগ ধাতু অপসারণ করে ফীড কাটের মাধ্যমে চূড়ান্তভাবে আকার, আকৃতি ও মসৃণতা প্রদান করা হয়; যা উৎপাদিত দ্রব্য হিসেবে বিবেচিত হয়। এজন্য বিভিন্ন শেপিং অপারেশনে ফীড কাটের জন্য খুব সামান্য পরিমাণ ধাতু অবশিষ্ট রাখা হয়। ফীড কাটের মাধ্যমে সূক্ষ্মভাবে বস্তুর মাপ নিয়ন্ত্রণ করে এর তলকে উত্তমরূপে মসৃণতা প্রদান করা হয়। ফীড কাটে কম গভীরতায় অধিকতর নম্বর সংখ্যক স্ট্রোক দিয়ে কার্যবস্তুকে কাটা হয়, ফলে এর তল অধিকতর মসৃণ হয়। কার্যবস্তুকে অধিক সূক্ষ্মতায় প্রয়োজনীয় আকার ও আকৃতি প্রদান করে তলের মসৃণতা বৃদ্ধি করাই ফীড কাটের প্রধান উদ্দেশ্য।

ফীড কাটের জন্য বিবেচ্য বিষয়গুলি হলো-

- কাটিং টুলের কাটিং এজ যথাযথ ধারলো করতে হবে;
- সঠিক কাটিং স্পীড ব্যবহার করতে হবে;
- সঠিক ফীড ও ডেপথ কাট ব্যবহার করতে হবে;
- সূক্ষ্ম মাপক যন্ত্র ব্যবহার করে কার্যবস্তুর আকার ও আকৃতি পরীক্ষা করতে হবে ইত্যাদি।

প্রচলিত বিভিন্ন ধাতু কাটবার উপযোগী কাটিং স্পীড ও ফীড

ধাতু	রাফিং				ফিনিশিং	
	হাই কার্বন স্টিলের কাটিং টুল		হাই স্পীড স্টিলের কাটিং টুল		হাই কার্বন স্টিলের কাটিং টুল	হাই স্পীড স্টিলের কাটিং টুল
	স্পীড মিটার/মিনিট	ফীড মিমি	স্পীড মিটার/মিনিট	ফীড মিমি	স্পীড মিটার/মিনিট	ফীড মিমি
কাস্ট আয়রণ (শক্ত)	৮-১০	১.৫	১৮	২	১৫	৩০
কাস্ট আয়রণ (মাঝারি)	১২-১৪	১.৫	২৫	২	২৫	৪০
কাস্ট আয়রণ (নরম)	১৫-২০	১.৫	৩০	২	৩৫	৫০
লো-কার্বন স্টিল	১২-১৪	১.২৫	২৫-৪০	১.৫	২০	৪০
মিডিয়াম কার্বন স্টিল	১০-১২	১.২৫	২০	১.৫	১৫	৩০
হাই কার্বন স্টিল	৮-১০	১.২৫	১৫	১.৫	১২	২০
টুল অ্যান্ড ডাই স্টিল	৬	১.২৫	১২	১.৫	১০	২৫
অ্যালয় স্টিল	৮	১.২৫	১৪	১.৫	১৫	২০
ব্রাস এবং ব্রঞ্জ (নরম)	৩০	১	৪৫-৬০	১.২৫	৪০	৬০-৯০
হার্ড ব্রঞ্জ	৯	১	১৮	১.২৫	১৫	৩০
অ্যালুমিনিয়াম	১৫	২	৪৫	২	৩০	১০০
কপার	১২	২	২৫	২	২০	৪০
মলিবডেনাম আয়রন	১২	১.২৫	২৫	১.২৫	২০	৩০
মোনেল মেটাল	৬	২	১৫	২	১০	--
র‍্যাবিট মেটাল	১৫	২	৫০	২	২০	৬০-৯০

বিভিন্ন প্রকার শেপার কাটিং টুল

- স্ট্রেইট রাফিং টুল (ডান ও বাম হাতি)
- বেন্ড সাইড রাফিং টুল
- সাইড শেপিং টুল (ডান ও বাম হাতি)
- রাফ সাইড ফেসিং টুল (ডান ও বাম হাতি)
- সাইড ফেসিং টুল (ডান ও বাম হাতি)
- রাফ ডভটেইল কাটিং টুল (ডান ও বাম হাতি)
- ডভটেইল কাটিং টুল (ডান ও বাম হাতি)
- রাউন্ড নোজ রাফিং টুল
- স্কয়্যার নোজ রাফিং টুল
- পার্টিং বা স্লটিং টুল
- শিয়ার টুল
- স্প্রিং টুল বা গুজনেক (Gooseneck) টুল
- ফরম টুল ইত্যাদি।

স্ট্রেইট রাফিং টুল (ডান ও বাম হাতি)

এই রাফিং টুলের বাহ্যিক আকৃতি লেদের রাফ কাটিং টুলের ন্যায়। এর সাইড র‍্যাক অ্যাঙ্গেল থাকে কিন্তু কোনো টপ র‍্যাক অ্যাঙ্গেল থাকেনা। অনুভূমিক সমতল উপরিভাগ তৈরিতে রাফ কাট দেওয়ার জন্য এই টুল ব্যবহৃত হয়।

বেন্ড সাইড রাফিং টুল

এটিকে 'ডাউন কাটিং টুল'ও বলা হয়। এই টুলের আকৃতি স্ট্রেইট রাফিং টুলের ন্যায়। কেবল তফাৎ এই যে, উল্লম্ব পৃষ্ঠ কাটবার উদ্দেশ্যে ইহা বাঁকানো থাকে।

সাইড শেপিং টুলস বা সাইড টুল

ডান ও বাম উভয় পার্শ্বেই কাটতে সাইড টুলস ব্যবহার করা হয়। এই প্রকার কাটিং টুল উল্লম্ব পৃষ্ঠ ফিনিসিং করতে ব্যবহার করার উপযোগী করে তৈরি করা হয়। তবে সময় সময় উল্লম্ব পৃষ্ঠের সংলগ্ন সরু অনুভূমিক পৃষ্ঠ কাটতেও ব্যবহৃত হয়

রাউন্ড নোজ টুল

রাউন্ড নোজ টুলের আয়ুষ্কাল বৃদ্ধির জন্য কাটিং পয়েন্টের কোণ সামান্য গোলাকার করে তৈরি করা হয়। এটি ডান ও বাম উভয় দিকেই সমানভাবে কাটতে পারে। এই প্রকার কাটিং টুল হালকা কোণে, অল্প স্পীডে বেশি ফীড দিয়ে কাস্ট আয়রন এর অনুভূমিক তল ফীড করতে ব্যবহৃত হয়।

স্কয়্যার নোজ টুল

স্কয়্যার নোজ টুল গ্রুভ, চাবির ঘাট, সরচ শোল্ডার প্রকৃতির পার্শ্ব ও তলদেশ রাফ ও ফীড কাট দিতে স্কয়্যার নোজ কাটিং টুলস ব্যবহার করা হয়। এই প্রকার কাটিং টুলের কাটিং এজ টুলের ফলার সর্বাপেক্ষা চওড়া অংশ।

স্প্রিং টুল বা গুজনেক টুল

কাস্ট আয়রন এর কার্যবস্তুর তল ফিনিশিং করতে এই প্রকার কাটিং টুল ব্যবহার করা হয়। এই প্রকার কাটিং টুল ব্যবহার করলে বেলচা আকৃতির কাটিং টুল অপেক্ষা এটির কেঁপে উঠার ও কার্যবস্তুর মধ্যে বসে যাওয়ার সম্ভাবনা কম থাকে।

ফর্ম টুল

বিভিন্ন প্রকার বক্রাকৃতি বিশিষ্ট তল শেপার মেশিনে তৈরি করতে ফর্ম টুল ব্যবহার করা হয়। যেমন- কনভেক্স তল, কনকেভ তল, গিয়ারের দাঁত ইত্যাদি তৈরি করতে শেপারে ফর্ম টুল ব্যবহার করা হয়।

ডভটেইল শেপিং টুল

ডভটেইল শেপিং টুল মেল ও ফিমেল ডভটেইল আকৃতির তল তৈরি করতে এই প্রকার কাটিং টুল ব্যবহৃত হয়।

শেপারে ব্যবহৃত ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসসমূহ

শেপিং মেশিনে কার্যবস্তুকে টেবিলের সঙ্গে দৃঢ়ভাবে আটকিয়ে মেশিনিং করার জন্য বিভিন্ন প্রকার যন্ত্রপাতি ব্যবহার করার প্রয়োজন হয়। এদেরকে শেপিং মেশিনের ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইস বলা হয়। নিম্নে বিভিন্ন প্রকার ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসের এবং এদের ব্যবহার উল্লেখ করা হলো-

মেশিন ভাইস

শেপিং অপারেশনের জন্য জবকে ভালোভাবে ধরতে মেশিন ভাইস ব্যবহৃত হয়। শেপিং মেশিনে ছোট মাপের ওয়ার্কপিস ভাইসে বেঁধে কাটা সুবিধাজনক এবং শেপিং মেশিনে ছোট মাপের ওয়ার্কপিসের উপর অধিক কাজ করা হয় বলে সাধারণত শেপিং মেশিনের টেবিলে বোল্ট দ্বারা ভাইস বেঁধে তাতে জব ধরা হয়। শেপার ভাইসের প্রধান অংশগুলি হচ্ছে; বেস, বডি, স্থির ও চলনশীল 'জ'-এর সাথে সংলগ্ন প্লেট। বেসের তলার পৃষ্ঠে চাবি থাকে, যাতে মেশিনের টেবিলের স্লটে ফিট করে। টি-বোল্ট দ্বারা মেশিনের টেবিলে দৃঢ়ভাবে বাঁধার সুবিধার্থে একটি অংশ বের করা থাকে। চলনশীল ও স্থির 'জ' এর মাঝখানে স্ক্রু ঘুরিয়ে কার্যবস্তু বাঁধা হয়। যেখানে সম্ভব ভাইসকে টেবিলে এরূপভাবে বসাতে হয় যাতে ধাতু কাটার সময় চাপ 'জ' এর উপর পড়ে।

প্যারালাল বার

প্যারালাল বার হচ্ছে কাস্ট আয়রন বা স্টিলের বর্গাকার ও আয়তাকার বারের টুকরা, যার দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও বেধের তুলনায় অনেক বেশি, যার বিপরীত তলগুলি হার্ডেনিং করার পর গ্রাইন্ডিং করে সমান্তরাল করা হয়। এগুলি বিভিন্ন মাপে জোড়ায় জোড়ায় তৈরি করা হয়। যে সকল কার্যবস্তুর উচ্চতা ভাইসের 'জ' অপেক্ষা কম, সে সকল কার্যবস্তুকে ভাইসের 'জ' অপেক্ষা উঁচু করে বসাতে প্যারালাল বার ব্যবহৃত হয়।

হোল্ডডাউন বা গ্রিপার্স

হোল্ডডাউন বা গ্রিপার্স হচ্ছে কিলকের ন্যায় দেখতে মোটামুটিভাবে ত্রিভুজাকার প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট পাতলা হার্ডেনিং করা স্টিলের প্রয়োজনীয় দৈর্ঘ্যের (প্রায় ১৫০ মিমি) টুকরা; যা ভাইসে পাতলা জব বাঁধতে প্রায়ই ব্যবহৃত হয়। এটির সরু পৃষ্ঠটি গোলাকার করে তৈরি করা হয় এবং বিপরীত পৃষ্ঠটি তলার দিকে প্রায় ২ ডিগ্রী ঢালু করা হয়। দুটি হোল্ড ডাউন শেপার ভাইসের দুটি 'জ' ও জবের মধ্যে বসানো হয় ও গোলাকার সরু পৃষ্ঠটি ভাইসের টেবিল প্যারালাল, যেখানে জবের সাথে ৯০ ডিগ্রি কোণ করে বসানো থাকে। হোল্ড ডাউনের পিছনের পৃষ্ঠ তলার দিকে ২ ডিগ্রি কোণ করে থাকায় স্ক্রু দ্বারা ভাইসের 'জ'টি টাইট দিলে হোল্ড ডাউন জবটিকে ক্ষেত্র অনুযায়ী ভাইসের টেবিল বা প্যারালালে চেপে ধরে। ভাইসে পাতলা জব ধরতে বা বিশেষ করে যখন কোনো কম উচ্চতা বিশিষ্ট জবকে ভাইসের 'জ' অপেক্ষা উঁচু করে বাঁধার জন্য উপযুক্ত মাপের প্যারালাল পাওয়া যায় না, তখন হোল্ড ডাউন অত্যন্ত কাজে লাগে। যে সকল কাজে কেবল দুই বিপরীত পৃষ্ঠ মেশিনিং করতে হয়, সে সকল কাজেও এটি বিশেষভাবে প্রয়োজনীয়।

স্টপ

শেপার টেবিলের টি-স্লটে ও কার্যবস্তুর প্রান্তে স্টপ সেট করা হয়। এটি কাটিং স্ট্রোকের ধাক্কা প্রতিরোধ করে।

প্যারালাল স্ট্রিপ

পূর্বে মেশিনিং করা কার্যবস্তুর কিনারা স্থাপনের জন্য তল প্রস্তুত করতে প্যারালাল স্ট্রিপ ব্যবহৃত হয়।

টেপার বার

অ্যাঙ্গুলার শেপিং এর জন্য কার্যবস্তুকে সাপোর্ট দিতে টেপার বার ব্যবহৃত হয়।

ডিগ্রি প্যারালাল

অ্যাঙ্গুলার শেপিং এর জন্য কার্যবস্তুকে বাঁধতে এগুলি ব্যবহৃত হয়। একজোড়া বিভিন্ন ডিগ্রির প্যারালাল এর চওড়া তলের মাঝে কার্যবস্তু বাঁধা হয়।

ক্ল্যাম্পস

কার্যবস্তুকে সরাসরি টেবিলের উপর অথবা অ্যাঙ্গেল প্লেট, ভী-ব্লক বা ফিক্সচারের সাথে বাঁধতে বিভিন্ন প্রকার ক্ল্যাম্প ব্যবহৃত হয়। ক্ল্যাম্পগুলিকে সুবিধাজনক বোল্টের সাহায্যে টেবিলের টি-স্লটের সাথে আটকিয়ে দেওয়া হয়।

অ্যাঙ্গেল প্লেট

কোনো কোনো ক্ষেত্রে একটি তলের সাথে সমকোণ করে অন্য তল মেশিনিং করার প্রয়োজন হয়। এক্ষেত্রে কার্যবস্তুকে বাঁধতে অ্যাঙ্গেল প্লেট ব্যবহার করা হয়।

ফিক্সচার

একই ধরনের বহুসংখ্যক কার্যবস্তুকে আটকানোর জন্য ফিক্সচার ব্যবহার করা হয়। এতে জব দৃঢ়ভাবে বাঁধার ব্যয়িত সময় অনেকাংশে কমে যায় এবং কাজের গুণগত মান বহুলাংশে বৃদ্ধি পায়।

ভী-ব্লক

গোলাকার অথবা সিলিন্ড্রিক্যাল কার্যবস্তুকে আটকানোর জন্য ভী-ব্লক ব্যবহার করা হয়।

ব্রেস

যখন মেশিনিং করার জন্য কার্যবস্তুর তল টেবিলের বেস বা উপরিতল থেকে দূরে হয় তখন কাটিং স্ট্রোকের ধাক্কা প্রতিরোধ করতে ব্রেস ব্যবহৃত হয়। টেবিলের উপর থেকে কার্যবস্তুর উপরিতলকে ব্রেস এর সাহায্যে সাপোর্ট দেয়া হয়।

স্ক্রু জ্যাক

শেপারে মেশিনিং করার জন্য কার্যবস্তুর ওভার হ্যাঙ্গিং অংশে সাপোর্ট দিতে স্ক্রু জ্যাক ব্যবহৃত হয়। ২০২৫

শেপার মেশিনের টুলহেড থাকে-

- সুইভেল বেস (Swivel Base)
- ভার্টিক্যাল স্লাইড (Vertical Slide)
- অ্যাপ্রন (Apron)
  - ক্লেপার বক্স (Clapper Box)
  - ক্লেপার ব্লক (Clapper Block)
- টুলপোস্ট (Tool Post)

শেপার মেশিনের ক্র্যাঙ্ক অ্যান্ড স্লুডেট মেকানিজমের ব্লকসমূহ-

- বুল গিয়ার স্লাইডিং ব্লক (Bull Gear Sliding Block)
- রকার আর্ম স্লাইডিং ব্লক (Rocker Arm Sliding Block)

২.১১ সেফটি ডিভাইসসমূহ

- র‍্যাম গার্ড;
- মটর ড্রাইভ গার্ড;
- ক্রস রেইল চিপ গার্ড ইত্যাদি।

২.১২ বিশেষ সতর্কতা

- অনুমোদিত গগলস অথবা ফেস শিল্ড ব্যবহার করতে হবে।
- কার্যবস্তুর জন্য যথাযথ টুল নির্বাচন করতে হবে।
- মেশিনের সুইচ অন করার পূর্বেই নিশ্চিত হতে হবে যেন টুল, টুলহেড, টেবিল ও টেবিল সাপোর্ট ঠিক আছে কিনা;
- সকল প্রকার হ্যান্ড টুলস যেমন- স্লাইড রেঞ্চ, হ্যামার ইত্যাদি মেশিন চালু করার পূর্বেই নিরাপদ স্থানে সরিয়ে রাখতে হবে;
- কার্যবস্তুর পদার্থ এবং ব্যবহৃত টুলের ধরন অনুযায়ী স্পীড, ফীড ও ডেপথ অব কাট নির্ধারণ করতে হবে:

  মেশিন অপারেশনের সময় স্ট্রোক বরাবরে পাশে দাঁড়াতে হবে, কোনক্রমেই মেশিন চলাকালীন র‍্যামের আসা-যাওয়া বরাবর ক্রস করা যাবে না;
- যখন মেশিন চালু থাকবে তখন কোনো অবস্থাতেই ক্লিপার বক্স বা টুল ধরা যাবে না;
- মেশিন বন্ধ থাকা অবস্থায় সবকিছু ঠিকঠাক আছে কিনা দেখে নিতে হবে;
- সবশেষে মেশিন বন্ধ করে স্থান ত্যাগ করতে হবে ইত্যাদি।

আমরা ইতোমধ্যে শেপার মেশিন, শেপার অপারেশন, শেপার হোল্ডিং ডিভাইস ও এট্যাচমেন্টসমূহের ব্যবহার, কুইক রিটার্ন মেকানিজম, স্পীড ও ফীড ক্যালকুলেশন সম্পর্কে জেনেছি এবং ব্যবহারিক তাত্ত্বিক জ্ঞান অর্জন করেছি। এখন আমরা এগুলি প্রয়োগের নিমিত্ত্বে কয়েকটি জব অনুশীলন করব।

জব ১: শেপার মেশিনের টুলপোস্টে কাটিং টুল ক্ল্যাম্পিং করার দক্ষতা অর্জন

পারদর্শিতার মানদন্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (পিপিই) ও শোভন পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- জব অনুযায়ী টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেটেরিয়্যাল সিলেক্ট ও কালেক্ট করা;
- ড্রয়িং অনুযায়ী জব সম্পন্ন করা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- নষ্ট মালামাল (Wast) এবং স্ক্র্যাপগুলি (Scrap) নির্ধারিত স্থানে ফেলা;
- জব শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দেওয়া;
- কার্যস্থানের পরিবেশ পরিচ্ছন্ন করা ইত্যাদি।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
০১	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	০১টি
০২	সেফটি গগলস	কাল ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	০১টি
০৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১টি
০৪	মাস্ক	তিন স্তর বিশিষ্ট	০১টি
০৫	হ্যান্ড গ্লাভস	কাপড়ের তৈরি	০১ জোড়া
০৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১ জোড়া


সেফটি হেলমেট


সেফটি গগল্‌স


অ্যাপ্রন


মাস্ক


হ্যান্ড গ্লাভস


সেফটি সুজ

চিত্র-২.১৬ ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্টস ও মেশিন)

ক্রমিক	যন্ত্রপাতির নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	শেপার মেশিন	হরাইজন্টাল বেঞ্চ টাইপ	১টি
২.	Cutting Tool	Shaping Tool, Radius tools, Parting tools, Side cutting tool etc.	১সেট
৩.	Dial Indicator	আদর্শ মানের	১টি
৪.	Parallel bar	আদর্শ মানের	১টি
৫.	Caplets	আদর্শ মানের	১টি
৬.	Clapper Block	আদর্শ মানের	১টি
৭.	Surface gauge	আদর্শ মানের	১টি
৮.	Shaper Tool Holder	নমুনা মোতাবেক	১টি
৯.	Tool Post Wrench	আদর্শ মানের (টুলপোস্টের জন্য)	১টি


চিত্র-২.১৭ শেপার টুল হোল্ডার

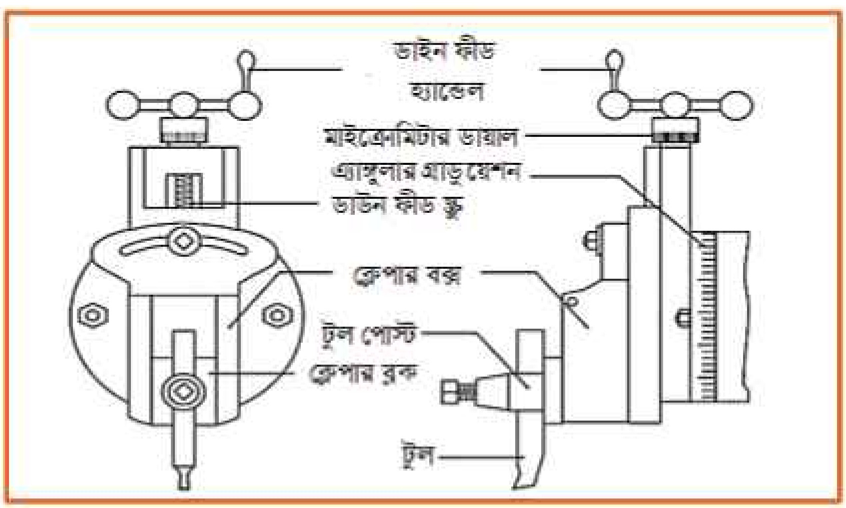

চিত্র-২.১৮ টুলপোস্ট রেঞ্চ



চিত্র-২.১৯ শেপার মেশিনে ব্যবহার যোগ্য বিভিন্ন কাটিং টুলস

মালামাল (Raw Materials)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১	ওয়াস্ট কটন	যেকোনো আকারের নরম ও সুতি কাপড়ের	৫ টুকরা
২	সাদা কাগজ	A4 সাইজের ৮০ গ্রাম	৩ পিছ



চিত্র-২.২০ টুল ক্ল্যাম্পিং এর ডায়াগ্রাম ড্রয়িং



টুলপোস্টের নাট খুলতে হবে



টুলপোস্টে কাটিং টুল প্রবেশ করাতে হবে



টুলপোস্টে টাইট দিয়ে এল্যাইন করতে হবে



টুল ক্ল্যাম্পিং ভালোভাবে চেক করতে হবে

চিত্র-২.২১ টুলপোস্টে কাটিং টুল ক্ল্যাম্পিং

কাজের ধারা

- প্রয়োজনীয় পিপিই পরিধান করো;
- ছকে উল্লেখিত তালিকা ও প্রয়োজন অনুযায়ী মালামাল ও যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করো;
- শেপিং এর জন্য গুরুত্বপূর্ণ হলো টুলহেড সেটিং করা তাই যথাসম্ভব অল্প পরিমান ঝুলিয়ে রেখে টুলপোস্টে কাটিং টুল সেট করো;
- যথাসম্ভব অল্প নিচু করে টুলহেড স্লাইড সেট করো যাতে কাটিং টুলের দৃঢ়তা বাড়ে, টুলের কম্পন সৃষ্টি না হয় এবং টুল না ভাঙ্গে;
- শেপার মেশিনের র‍্যামকে চলাচল করাও;
- নিশ্চিত হও যে, র‍্যাম টেবিল টপের সাথে সমান্তরাল আছে;
- সেফটি গগলস পরিধান করে শেপিং শুরু করো;
- ড্রয়িং অনুসারে কাজ শেষে সব মাপ পরীক্ষা করো;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করো;

- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করো;
- ওয়েস্টেজ এবং স্ক্র্যাপগুলি নির্ধারিত স্থানে ফেলে দাও;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দাও ইত্যাদি।

কাজের সতর্কতা

- কাজের সময় হ্যান্ড গ্লাভস ব্যবহার করতে হবে।
- কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত করতে হবে।
- প্রয়োজনমত মেশিন গার্ড ব্যবহার করতে হবে।
- মোটা সোলের জুতা, সেফটি ড্রেস ও গগল্স পরিধান করতে হবে।
- কার্যবস্তু মেশিন ভাইসে শক্তভাবে টাইট দিতে হবে।
- সঠিকভাবে কাটার বেঁধে প্রথমে মেনুয়্যাল কাট দিতে হবে।
- কাজের সময় মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা করতে হবে।
- খুব সতর্কতার সাথে ফীড কাট দিতে হবে।
- মেশিনে কোন অসুবিধা হলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ করতে হবে।
- প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত সতর্কতার সাথে কাজ করতে হবে ইত্যাদি।

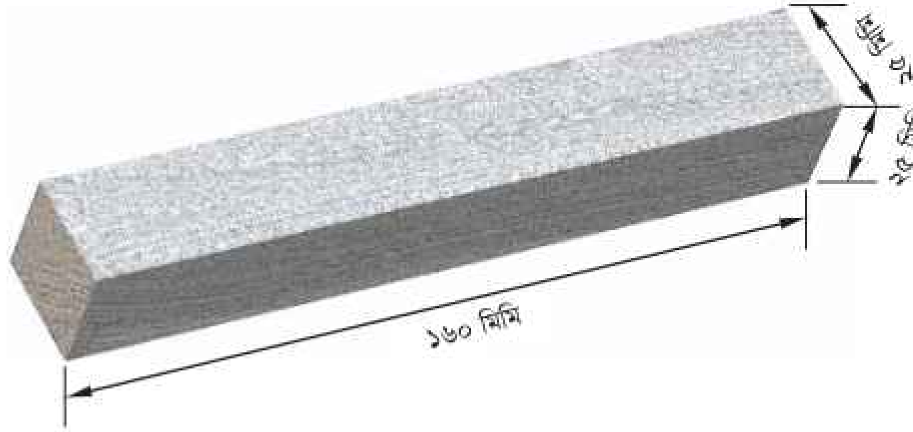
অর্জিত দক্ষতা/ফলাফল

হরাইজন্টাল শেপার মেশিনের টুলপোস্টে কাটিং টুল বাঁধতে সক্ষম হবে।

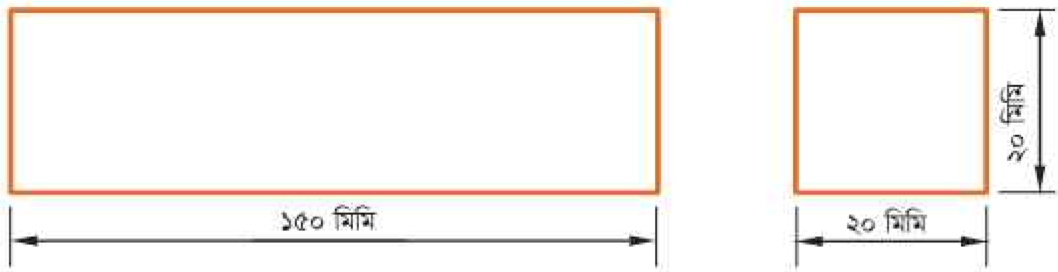
ফলাফল বিশ্লেষণ/মন্তব্য

শেপিং অপারেশনে এব যথাযথ প্রযোগ কবতে সক্ষম হবে।

জব-২: শেপার মেশিন অপারেশনে একটি স্কয়্যার বার তৈরী করার দক্ষতা অর্জন



চিত্র-২.২২(ক) স্কয়্যার বার ব্লক ওয়ার্কপিছ



চিত্র-২.২২ (খ) স্কয়্যার বার ব্লক ওয়ার্কিং ড্রয়িং

পারদর্শিতার মানদন্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (পিপিই) ও শোভন পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- জব অনুযায়ী টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেটেরিয়্যাল সিলেক্ট ও কালেক্ট করা;
- ড্রয়িং অনুযায়ী জব সম্পন্ন করা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- নষ্ট মালামাল (Wast) এবং স্ক্র্যাপগুলি (Scrap) নির্ধারিত স্থানে ফেলা;
- জব শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দেওয়া;
- কার্যস্থানের পরিবেশ পরিচ্ছন্ন করা ইত্যাদি।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	১টি
২	সেফটি গগল্‌স	কাল ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	১টি
৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	১টি
৪	মাস্ক	তিন স্তর বিশিষ্ট	১টি
৫	হ্যান্ড গ্লাভস	কাপড়ের তৈরি	১ জোড়া
৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	১ জোড়া

২০২৫



চিত্র-২.২৩ ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্টস ও মেশিন)

ক্রমিক	যন্ত্রপাতির নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	শেপার মেশিন	হরাইজন্টাল বেঞ্চ টাইপ	১টি
২.	কাটিং টুল	সিঙ্গেল পয়েন্ট	১টি
৩.	টেবিল ভাইস	নমুনা মোতাবেক	১টি
৪.	প্যারালাল বার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৫.	স্টিল রুল	নমুনা মোতাবেক	১টি
৬.	ভার্নিয়ার ক্যালিপার্স	নমুনা মোতাবেক	১টি
৭.	ট্রাই স্কয়্যার	নমুনা মোতাবেক	১টি

মালামাল (Raw Materials)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১	এমএস স্কয়্যার বার	১৬০ মিমি × ২৫ মিমি × ২৫ মিমি	১টি
২	ওয়্যাস্ট কটন	যেকোনো আকারের নরম ও সুতি কাপড়ের	২ টুকরা
৩	সাদা কাগজ	A4 সাইজের ৮০ গ্রাম	২ পিছ

শেপার মেশিনে স্কয়্যার বার তৈরির কৌশলসমূহ



শেপার টেবিল পরিষ্কার করা



কার্যবস্তুকে টেবিল ভাইসে বাঁধার প্রস্তুতি



কার্যবস্তুকে টেবিল ভাইসে বাঁধা



টুলপোস্টে কাটিং টুল বাঁধার প্রস্তুতি



টুলপোস্টে কাটিং টুল বাঁধা



টুলপোস্টে কাটিং টুলকে এল্যাইন করে টাইট দেয়া



র‍্যামের স্ট্রোক দৈর্ঘ্য ঠিক করা



কাটিং স্পীড ঠিক করা



কার্যবস্তুর সারফেস শেপিং শুরু করা



স্কয়্যার বার তৈরির কাজ শেষ করা

চিত্র-২.২৪ শেপার মেশিনে স্কয়্যার বার তৈরির ধাপসমূহ

কাজের ধারা

- প্রয়োজনীয় পিপিই পরিধান করো;
- ছকে উল্লেখিত তালিকা ও প্রয়োজন অনুযায়ী মালামাল এবং যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করো;
- ড্রয়িং এর স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী কাঁচামাল নির্বাচন করো;
- নিশ্চিত হও যে,ভাইস সিট টেবিল টপের সাথে সমান্তরাল আছে;
- নিশ্চিত হও যে,ভাইসের ফিক্সড "জ" র‍্যাম চলাচল পথের সাথে সমান্তরাল আছে;
- যত্ন সহকারে ভাইস চিপমুক্ত করতে ব্রাস ও ট্রে ব্যবহার করো;
- কার্যবস্তুর উচ্চতা কম হলে এর নিচে প্যারালাল বার স্থাপন করো;

২০২৫

- কার্যবস্তু টাইট দেয়ার সময় কার্যবস্তুর উপর ম্যালেট দিয়ে আঘাত দাও;
- এবার ভাইস টাইট দেওয়ার সময় কার্যবস্তু ট্যাপিং করো;
- শেপিং এর জন্য আর একটি গুরুত্বপূর্ণ হলো টুলহেড সেটিং করো;
- যথাসম্ভব অল্প পরিমান ঝুলিয়ে রেখে টুলপোস্টে টুল সেট করো;
- যথাসম্ভব অল্প নিচু করে টুলহেড স্লাইড সেট করো, যাতে কাটিং টুলের দৃঢ়তা বাড়ে, টুলের কম্পন সৃষ্টি না হয় ও টুল না ভাঙ্গে;
- র‍্যাম স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য কার্যবস্তুর দৈর্ঘ্যের চেয়ে কিছুটা বড় রাখতে হয়। চিপ ক্লিয়ারেন্স এর জন্য কাটিং স্ট্রোকের শেষে র‍্যাম স্ট্রোক ৬ মিমি থেকে ১০ মিমি দীর্ঘতর করো;
- কার্যবস্তুর প্রান্ত মার্কিং কালার দিয়ে প্রলেপ দাও;
- কার্যবস্তুর প্রান্তে লেয়িং আউট ও মার্কিং সম্পন্ন করো;
- মেশিনের টেবিল টপ ভালোভাবে পরিষ্কার করো, যেন চিপ জমা হয়ে না থাকে;
- টেবিল টপে মেশিন ভাইস স্থাপন করো, এবং সহনীয় চাপে বোল্ট আটকাও;
- ভাইসের উপরতলে প্যারালাল বার স্থাপন করো, এবং নিশ্চিত হও যেন বারটি অবশ্যই টেবিল টপের সমান্তরাল থাকে;
- শেপার মেশিনের র‍্যামকে চলাচল করাও;
- নিশ্চিত হও যে, র‍্যাম টেবিল টপের সাথে সমান্তরাল আছে;
- টেবিলের চলাচলের সাথে টেবিল সাপোর্ট গাইড সমান্তরাল কিনা তা প্রত্যক্ষ করো;
- মনে কর কাটিং স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য L মিমি এবং প্রতি মিনিটে কাটিং স্ট্রোকের সংখ্যা n হলে আমরা জানি কাটিং স্পীড $CS = \frac{nL}{600}$ মিটার /মিনিট;
- সেফটি গগল্‌স পরিধান করে শেপিং শুরু করো;
- কার্যবস্তুকে সংরক্ষণ করতে ভাইসের 'জ' এর নরম পদার্থের ভাইস ক্ল্যাম্প ব্যবহার করো;
- মেশিন ভাইসে কার্যবস্তুকে বাঁধতে হ্যান্ডেলের সাহায্যে টাইট দাও এবং কার্যবস্তুর উপর প্লাস্টিক হ্যামার দিয়ে মৃদু আঘাত করো;
- ড্রয়িং অনুসারে কাজ শেষে সব মাপ পরীক্ষা করো;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের এর নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করো;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করো;
- ওয়াস্ট এবং স্ক্র্যাপগুলি নির্ধারিত স্থানে ফেলে দাও;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দাও ইত্যাদি।

কাজের সতর্কতা

- কাজের সময় হ্যান্ড গ্লাভস ব্যবহার করতে হবে।
- কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত করতে হবে।
- প্রয়োজনমত মেশিন গার্ড ব্যবহার করতে হবে।
- মোটা সোলের জুতা, সেফটি ড্রেস ও গগল্‌স পরিধান ক তে হবে।
- কার্যবস্তু মেশিন ভাইসে শক্তভাবে টাইট দিতে হবে।
- সঠিকভাবে কাটার বেঁধে প্রথমে মেনুয়্যাল কাট দিতে হবে।
- কাজের সময় মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা করতে হবে।
- খুব সতর্কতার সাথে ফিনিশ কাট দিতে হবে।
- মেশিনে কোন অসুবিধা হলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ করতে হবে।
- প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত সতর্কতার সাথে কাজ করতে হবে ইত্যাদি।

অর্জিত দক্ষতা/ফলাফল

হরাইজন্টাল শেপার মেশিনে কার্যবস্তুর সারফেস মেশিনিং করতে সক্ষম হবে।

ফলাফল বিশ্লেষণ/মন্তব্য

শেপিং অপারেশনে এর যথাযথ প্রয়োগ করতে সক্ষম হবে।

অনুশীলনী-২

অতি সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১. শেপিং বলতে কী বোঝায়?
২. র‍্যাম স্ট্রোক বলতে কী বোঝায়?
৩. টুল হেডের ৪টি অংশের নাম লেখ।
৪. কাটিং স্পীড বলতে কী বোঝায়?
৫. ডেপ্থ অফ কাট বলতে কী বোঝায়?
৬. মেট্রিক পদ্ধতিতে কাটিং স্পীড নির্ণয়ের সূত্রটি লেখ।
৭. স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য কার্যবস্তু থেকে কত মিমি বেশি রাখতে হয়?

সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১. রাফ কাটের প্রধান উদ্দেশ্য কী?
২. ফিনিশ কাটের প্রধান উদ্দেশ্য কী?
৩. শেপারে ফিক্সচার ব্যবহারের সুবিধা কী?
৪. ডভটেইল শেপার টুল কি কাজে ব্যবহৃত হয়?
৫. শেপার মেশিনের বৈশিষ্ট্য সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
৬. শেপার মেশিনের প্রধান অংশগুলির নাম লেখ।
৭. কি কি বিষয়ের উপর শেপারের কাটিং স্পীড নির্ভর করে?
৮. কাটিং স্ট্রোক এবং রিটার্ন স্ট্রোকের মধ্যে সময়ের অনুপাত কত?

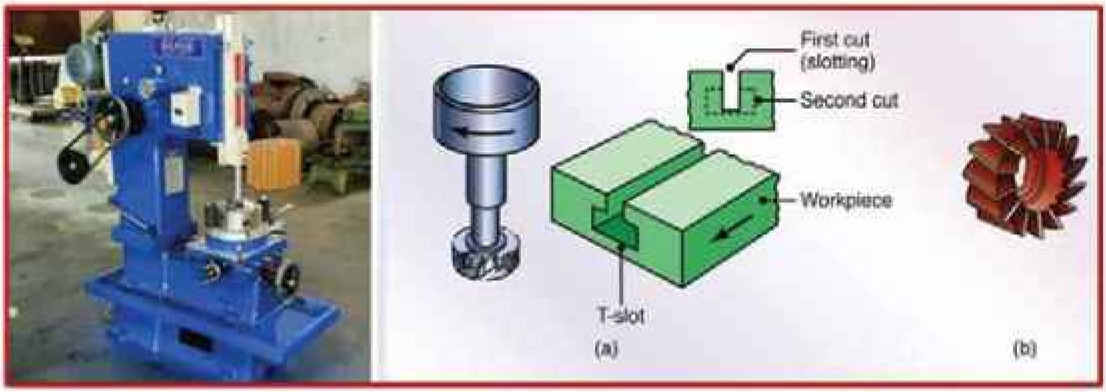
রচনামূলক প্রশ্ন

১. শেপারের কন্ট্রোল ও সেটিংগুলোর বর্ণনা করো।
২. শেপারের ফীডের পরিমাণ কি কি বিষয়ের উপর নির্ভর করে?
৩. শেপিং মেশিন চালানোর সময় সতর্কতার বিষয়াদি বর্ণনা করো।
৪. রাফ কাট ও ফিনিশ কাটের জন্য বিবেচ্য বিষয়গুলি উল্লেখ করো।

তৃতীয় অধ্যায়

স্লটিং অপারেশন

Slotting Operation



আমরা ইতোমধ্যে শেপিং অপারেশন শিখেছি। এমন অনেক কাজ আছে যেগুলো শেপার মেশিনের দ্বারা কোনো ভাবেই সম্ভব না। শেপারের সাহায্যে কার্যবস্তুর শুধুমাত্র বাহিরের দিকের অংশগুলোকে মেশিনিং করা যেত এবং কাটিং টুলের রৈখিক গতিকে কাজে লাগিয়ে সারফেসিং, স্টেপ কাটিং, শোল্ডারিং, গ্রুভীং , চেম্ফারিং, স্লটিং, কী-ওয়ে কাটিং ইত্যাদি অপারেশন করতে পারতাম। কিন্তু জটিল কী-ওয়ে, সার্কুলার সার্ফেসিং, অসমতল সারফেসিং ও ইন্টারনাল অপারেশন করতে পারতাম না। এ অধ্যায়ে আমরা স্লটিং মেশিন ব্যবহার করে এমন অনেক ধরনের অপারেশন সম্পর্কে জানব এবং মেশিন ও বিভিন্ন কাজ সম্পর্কে দক্ষতা অর্জন করব। স্লটিং মেশিন অনেকটা স্লটিং ও শেপারের বৈশিষ্ট্য নিয়ে কাজ করে। স্লটিং অপারেশন সাধারণত একই প্রকৃতির বহুল উৎপাদনে (Mass Production) ব্যবহৃত হয়।

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- স্লটিং মেশিন সম্পর্কে ব্যাখ্যা করতে পারব;
- স্লটিং অপারেশনে বিশেষ সতর্কতা ব্যবস্থা নিশ্চিত করতে পারব;
- স্লটিং হোল্ডিং ডিভাইস ও এট্যাচমেন্টসমূহের তালিকা প্রস্তুত করতে পারব;
- স্লটিং অপারেশনে স্পীড এবং ফীড ক্যালকুলেট করতে পারব;
- স্লটিং মেশিনে বিভিন্ন জব তৈরি করতে পারব;
- স্লটিং অপারেশনে অতিরিক্ত সতর্কতা নিশ্চিত করতে পারব।

উল্লেখিত শিখনফলগুলি অর্জনের লক্ষ্যে এই অধ্যায়ে আমরা তিনটি জব সম্পন্ন করব। এই তিনটি জবের মাধ্যমে ইন্টার্নাল কেভিটি (Cavity) তৈরি করা, সার্কুলার সারফেস তৈরি করা, ইন্টার্নাল স্প্লাইন তৈরি করা ও স্লটিং অপারেশনে গ্রুভ তৈরি করার দক্ষতা অর্জন করব। জবগুলো সম্পন্ন করার পূর্বে প্রথমে প্রয়োজনীয় তাত্ত্বিক বিষয়সমূহ জানব।

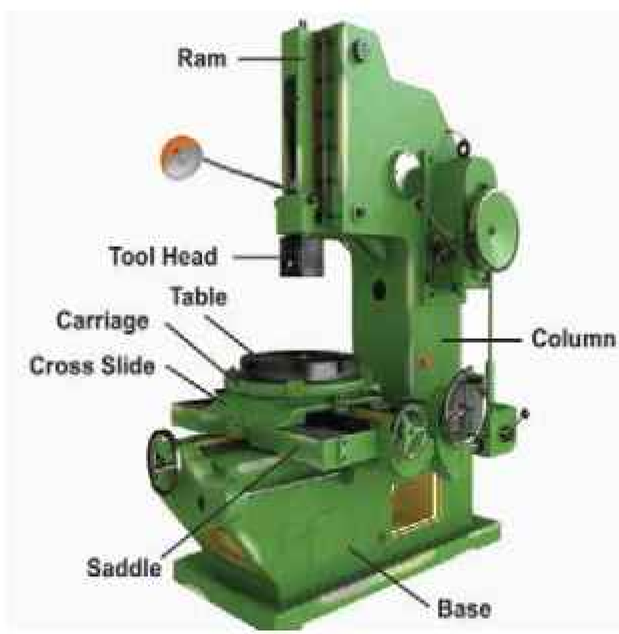
৩.১ স্লটিং মেশিন পরিচিতি

স্লটিং মেশিন অনেকটা শেপার মেশিনের মতো; কিন্তু শেপার মেশিনের র‍্যাম অনুভূমিক বরাবর অবস্থান করে আর স্লটার মেশিনের র‍্যাম ভার্টিক্যাল বরাবর অবস্থান করে। র‍্যাম একটি গাইড লাইনের উপর দিয়ে উপরে-নিচে উঠানামা করে। শেপার মেশিন ফরোয়ার্ড স্ট্রোকের মাধ্যমে কার্যবস্তুর অপারেশন সম্পন্ন করে; কিন্তু স্লটিং মেশিনে র‍্যামের আপওয়ার্ড স্ট্রোকে কার্যবস্তুর উপর অপারেশন সম্পন্ন করে। সচরাচর কী-স্লট, বিভিন্ন আকৃতির গ্রুভস ও স্লট, ভিতর ও বাহিরের নিয়মিত ও অনিয়মিত সারফেস, ভিতর ও বাহিরের গিয়ার তৈরি এবং বড় আকৃতির জটিল কার্যবস্তুতে স্লটিং করার জন্য এই মেশিন ব্যবহৃত হয়।

৩.২ স্লটিং মেশিনের প্রধান অংশ

প্রধান অংশসমূহের নাম ও কাজ

- বেজ (Base)
- র‍্যাম (Ram)
- কলাম (Column)
- রোটারি টেবিল (Rotary Table)
- গাইড ওয়েস (Guide Ways)
- ক্যারেজ (Carriage)
- স্যাডল (Saddle)
- ক্রস স্লাইড (Cross Slide)



চিত্র-৩.১ স্লটিং মেশিনের প্রধান অংশসমূহ

৩.২.১ বেজ (Base): এটি ভারি ধাতব অংশ যার উপর পুরো স্লটিং মেশিন বসানো থাকে। বেসটি কম্পন প্রতিরোধের জন্য ঢালাই লোহা দিয়ে ফাঁপা করে তৈরি করা হয়। কাস্ট আয়রন যেমন শক্ত, তেমনি কম্পন সহনশীল পদার্থ। এর উপরেই স্লটিং মেশিনের সমস্ত অংশ মাউন্ট করা হয়। এটি এমনভাবে ডিজাইন করা হয় যাতে মেশিনের সম্পূর্ণ বোঝা এবং কার্যবস্তুর উপর কাটিং টুল দ্বারা কাটিং ফোর্স বহন করতে পারে।

৩.২.২ কলাম (Column): এটি কাস্ট আয়রন লোহার তৈরি বক্সের মত, যা শেপার বেজের উপর বসানো থাকে। কলামের উপর দুইটি গাইডওয়ে থাকে যার উপর দিয়ে র‍্যাম উঠানামা করে। কলাম ড্রাইভ মেকানিজমের বক্স হিসাবে কাজ করে থাকে। এতে মেশিনের গিয়ার ব্যবস্থা, পুলিসহ ইত্যাদির ধারক হিসাবে কাজ করে এবং র‍্যামে রিসিপ্রোকেটিং গতির ব্যবস্থা করে।

৩.২.৩ গাইড ওয়েস (Guide Ways): কলামের উপর সামনের দিক বরাবরে থাকে এবং এর উপর দিয়েই র‍্যাম চলাচল করে থাকে ।

৩.২.৪ র‍্যাম (Ram): এটি স্লটিং মেশিনের প্রধান চলমান অংশ। এটি কাটিং টুল ধরে রাখে ও চালনা করে। এটি রকার আর্ম এর সাথে লাগানো থাকে, যা একে সামনে-পিছনে (Oscillating Motion) অগ্রসর হওয়ার গতি দেয়।

৩.২.৫ ক্যারেজ (Carriage): ক্যারেজের উপরিভাগে থেকে কার্যবস্তু, স্যাডল, ক্রস স্লাইড ও রোটারি টেবিল কাজ করে। বেডের লম্বা লম্বি দিকে লিড স্ক্রু, ফিড রড ও ক্যারেজ হ্যান্ড হুইলের সাহায্যে চালনা করা হয়। ক্যারেজ বেজের উপর বসানো থাকে এবং ইহা টেবিলের উপরের ও নিচের সকল অংশকে উঠানামা করে।

৩.২.৬ স্যাডল (Saddle): স্যাডল দেখতে ইংরেজি H অক্ষরের ন্যায়, যা বেডের উপর অবস্থান করে। স্যাডল বেডের উপরে আড়াআড়িভাবে থাকে। স্যাডলের আড়াআড়ি অংশ বা ক্রসপিস (Crosspiece) এর উপর ক্রস স্লাইড চলাচলের জন্য ডাভটেইল স্লট কাটা থাকে। স্যাডলের উপরে ক্রস স্লাইড বসানো থাকে।

৩.২.৭ ক্রস স্লাইড (Cross Slide): স্লটিং মেশিনের কলাম এর সামনে লাগানো থাকে এবং কলামের প্যারালাল অবস্থায় কাজ করে। এটি ফরওয়ার্ড-ব্যাকওয়ার্ড মেশিনে কাজ করে। ক্রসফিডের জন্য এটিতে ম্যানুয়েল বা শক্তি দ্বারা পরিচালিত হয়।

৩.২.৮ রোটারি টেবিল (Rotary Table): রোটারি টেবিলকে ক্রস স্লাইডের উপর স্থাপন করা হয়। এই টেবিলকে ঘোরানো যায় বলে এটিকে রোটারি টেবিল বলা হয়। টেবিলের নিচে স্থাপিত ওয়ার্ম এর ঘূর্ণনের সাথে ঘুরে এবং যা টেবিলের নিচে সংযুক্ত ওয়ার্ম গিয়ার দ্বারা পরিচালিত হয়। টেবিলে উপর টি-স্লট করা ২০২৫

থাকে। এই স্লটের সাথে ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস ব্যবহার করে কার্যবস্তুকে ধরে রাখা হয়। এই রোটারি টেবিল দিয়ে স্ফেরিক্যাল (Spherical) বা কনট্যুর (Contour) সারফেস তৈরি করা যায়। অনেক রোটারি টেবিল ডিগ্রীতে দাগ কাটা থাকে, ফলে কার্যবস্তুতে ইনডেক্সিং বা ভাগ করে কাজ করা যায়।

৩.৩ স্লটিং মেশিনের শ্রেণি

স্লটার মেশিনকে চার ভাগ করা যায়, যেমন-

- পাঞ্চার স্লটার (Puncher Slotter)
- প্রিসিশন টুলরুম স্লটার (Precision Toolroom Slotter)
- প্রোডাকশন স্লটার (Production Slotter)
- বিশেষ কাজের স্লটার (Special Purpose Slotter)

৩.৩.১ পাঞ্চার স্লটার (Puncher Slotter)

পাঞ্চার স্লটার একটি মজবুত ও শক্তিশালী স্লটিং মেশিন। ফোর্জ বা কাস্টকৃত কার্যবস্তু হতে অনেক বেশি পরিমাণ ধাতুকে অপসারণের জন্য ব্যবহৃত হয়। এ ধরনের মেশিন ১৮০০ মিমি থেকে ২০০০ মিমি পর্যন্ত লম্বা হয়ে থাকে। এ মেশিনের র‍্যাম স্পাইরাল পিনিয়ন দ্বারা পরিচালিত হয়। পিনিয়নটি রিভার্সিবল ইলেকট্রিক মোটর দ্বারা পরিচালিত হয়ে থাকে এবং এর ফীড ইলেকট্রিক গিয়ার দ্বারা নিয়ন্ত্রিত।



চিত্র-৩.২ প্লাঞ্জার স্লটার

৩.৩.২ প্রিসিশন টুলরুম স্লটার (Precision Toolroom Slotter)

প্রিসিশন টুলরুম স্লটার এর ভাল মেশিনিং স্পীড থাকায় এর দ্বারা ভালো সারফেস ফিনিস পাওয়া যায়।



চিত্র-৩.৩ প্রিসিশন টুলরুম স্লটার

৩.৩.৩ প্রোডাকশন স্লটার (Production Slotter)

প্রোডাকশন স্লটার দিয়ে র‍্যামকে ১০ ডিগ্রী থেকে ৩০ ডিগ্রী সুইভেল করে ট্যাপার্ড কার্যবস্তু মেশিনিং করা যায়।



চিত্র-৩.৪ প্রোডাকশন স্লটার

২০২৫

৩.৩.৪ স্পেশাল কাজের স্লটার (Special Purpose Slotter)

কম খরচে অধিক উৎপাদনের জন্য স্পেশাল স্লটার ব্যবহার করা হয়। এ মেশিনে অধিক সূক্ষ্মতায় উৎপাদন সম্ভব হয়। কীসিয়েটার (Keyseater) এ ধরনের স্পেশাল টাইপের একটি মেশিন, যা দিয়ে গিয়ার ও হুইলের উপর কী-স্লট তৈরি করা হয়।



চিত্র-৩.৫ স্পেশিয়াল কাজের স্লটার

৩.৪ স্লটিং ব্যবহৃত এক্সেসরিজ

- অ্যাঙ্গেল প্লেট (Angle Plate)
- ডায়াল ইন্ডিকেটর (Dial Indicator)
- রোটারি টেবিল (Rotary Table)
- সি-ক্ল্যাম্প (C-clamp)
- প্যারালাল বার (Parallel Bar)
- ভী-ব্লক (V-block)

- ক্যাপলেটস (Caplets)
- সারফেস গেজ (Surface Gauge) ইত্যাদি।



চিত্র-৩.৬ অ্যাঙ্গেল প্লেট



চিত্র-৩.৭ রোটারি টেবিল



চিত্র-৩.৮ সি-ক্ল্যাম্প



চিত্র-৩.৯ ভী-ব্লক



চিত্র-৩.১০ সারফেস গেজ

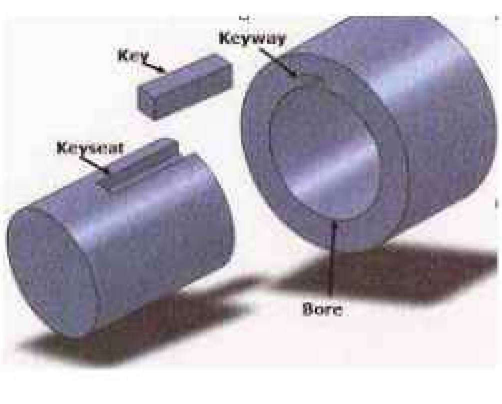


চিত্র-৩.১১ প্যারালাল বার

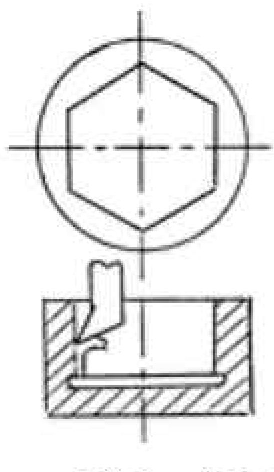
৩.৫ স্লটিং অপারেশনসমূহ

স্লটিং মেশিনে বিভিন্ন অপারেশন করা যায় যেমন-

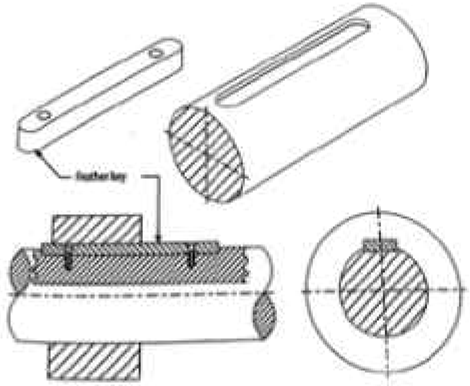
- স্লটিং কী-ওয়েস (Slotting Keyways)
    - ক) ফেদার্ড কী-ওয়ে (Feathered Keyways Slotting)
    - খ) টেপার্ড কী-ওয়ে (Tapered Keyways Slotting)
- ইন্টার্নাল কেভিটিস স্লটিং (Internal Cavities Slotting)
- সার্কুলার সারফেস স্লটিং (Circular Surfaces Slotting)
- গ্রুভ এবং স্প্লাইন স্লটিং (Groove and Spline Slotting)
- ফ্লাট সারফেস স্লটিং(Flat Surface Slotting)
- ইরেগুলার সারফেস স্লটিং (Irregular Surface Slotting)
- সিলিন্ড্রিক্যাল সারফেস স্লটিং (Cylindrical Surface Slotting)
- ইনক্লাইন্ড সারফেস স্লটিং (Inclined Surfaces Slotting)
- ফর্মস বা প্রোফাইল স্লটিং (Forms or Profile Slotting)
- গিয়ার টিথ স্লটিং (Gear Teeth Slotting) ইত্যাদি।



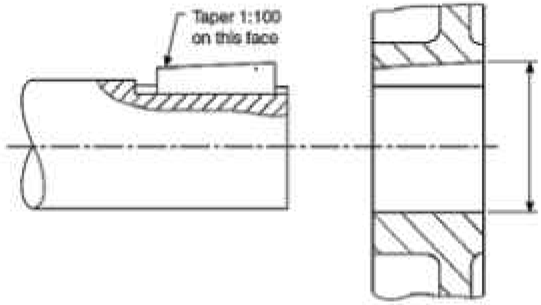
চিত্র-৩.১২ স্লটিং কী-ওয়ে স্লটিং



চিত্র-৩.১৩ ইন্টার্নাল কেভিটি স্লটিং



চিত্র-৩.১৪ ফেদার্ড কী-ওয়ে স্লটিং



চিত্র-৩.১৫ টেপার্ড কী-ওয়ে স্লটিং



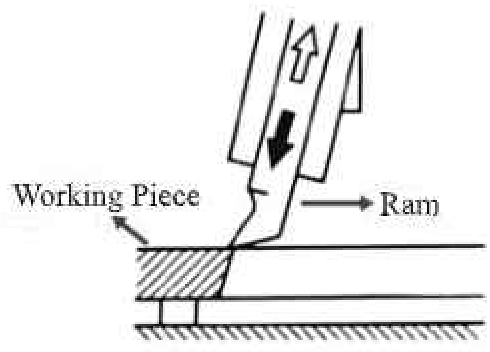
চিত্র-৩.১৬ সার্কুলার সারফেস স্লটিং



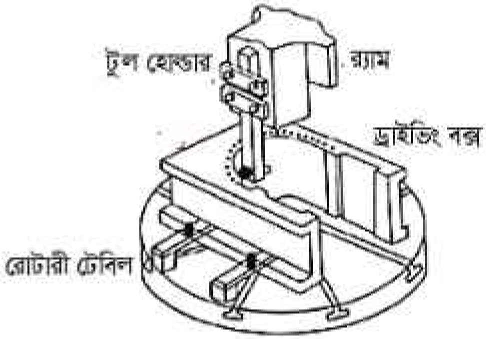
চিত্র-৩.১৭ ইন্টার্নাল স্প্লাইন স্লটিং



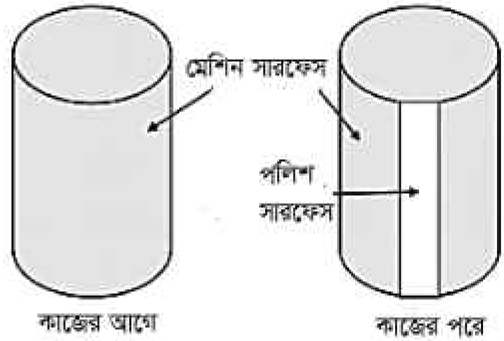
চিত্র-৩.১৮ গ্রুভ স্লটিং



চিত্র-৩.১৯ ফ্লাট সারফেস স্লটিং



চিত্র-৩.২০ ইরেগুলার সারফেস স্লটিং



চিত্র-৩.২১ সিলিন্ড্রিক্যাল সারফেস স্লটিং

৩.৫.১ ফ্লাট সারফেস স্লটিং (Flat Surface Slotting)

এই প্রক্রিয়ায় বাহিরের দিক অপারেশন করে কোনো কার্যবস্তুতে অভ্যন্তরীণ ফ্লাট সারফেস তৈরি করা হয়। প্রথমে কার্যবস্তুটিকে সমান্তরাল স্ট্রিপসমূহের সাহয্যে এমন ভাবে সেট করা হয়, যাতে কাটিং টুল টেবিলের সাথে ক্লিয়ারেন্স রেখে স্ট্রোকের সর্বোচ্চ নিম্নমুখী অবস্থানে থাকে। কাজটি টেবিলে ঠিকমতো প্রয়োগ করা হয় এবং টেবিলের অবস্থান ও দৈর্ঘ্য সমন্বয় করা হয়। অলস (Idle) স্ট্রোকের সময় ফীড চলাচলে অগ্রাধিকার দেওয়ার জন্য কাটিং স্ট্রোক শুরুর আগে প্রায় ২০ মিমি থেকে ২৫ মিমি ক্লিয়ারেন্স রাখা হয়। কোন প্রকার রেখিক বা ঘূর্ণায়মান গতিবিধি রোধে টেবিলটিকে সঠিকভাবে চেপে রাখা হয়। অপারেশনটি একটি রাফ ও ফিনিশিং কাটিং টুল ব্যবহার করে সম্পন্ন করা হয়। যদি অভ্যন্তরীণ পৃষ্ঠটি জটিল হয়, তবে ওয়ার্কপিসে একটি ড্রিল করে নিতে হয়; যার মাধ্যমে স্লটিং টুল প্রথম কাটিং স্ট্রোকের সময় যেতে পারে। যদি দ্বিতীয় তলটিকে একই রকম মেশিনিং করতে হয়, তবে মেশিনিংকৃত পৃষ্ঠের সমান্তরালে অন্য সারফেস মেশিনিং করা হয়। সেক্ষেত্রে সেটিং পরিবর্তন না করে কেবল টেবিলটিকে ১৮০ ডিগ্রীতে ঘুরিয়ে একই অপারেশন করা যেতে পারে। যদি কার্যবস্তুর কোন সারফেস প্রথমে মেশিনিং করা সারফেসের সাথে ৯০ ডিগ্রীতে অবস্থান করে, সেক্ষেত্রে শুধুমাত্র রোটারি টেবিলকে ৯০ ডিগ্রীতে ঘুরিয়ে স্যাডল ও ক্রস স্লাইডকে এ্যাডজাস্ট করে বাকি অপারেশন একইভাবে সম্পন্ন করা যায়।

৩.৫.২ অনিয়মিত সারফেস স্লটিং (Irregular Surface Slotting)

অনিয়মিত সারফেস মেশিনিং এর জন্য কার্যবস্তুকে টেবিলের সাথে ভালভাবে আটকিয়ে প্রয়োজনীয় ইকুইপমেন্টের যথাযথ অ্যাডজাস্টমেন্ট করে এ অপারেশন করা হয়। বিভিন্ন প্রকার রৈখিক, আড়া-আড়ি, ঘূর্ণায়মান গতি ও ফীড সমন্বয়ে এ ধরনের অপারেশন করা হয়। এ মেশিনের মাধ্যমে কনট্যুর অপারেশন করা হয়।

৩.৫.৩ সিলিন্ড্রিক্যাল সারফেস স্লটিং (Cylindrical Surface Slotting)

সিলিন্ড্রিক্যাল সারফেস তৈরি করার জন্য এ ধরনের স্লটিং মেশিন ব্যবহার করা হয়। ক্রস স্লাইড, রোটারি টেবিল, স্যাডল ও প্রয়োজনীয় ইন্সট্রুমেন্ট ব্যবহার করে এ ধরনের অপারেশন করা হয়। সবকিছু ঠিকঠাক করে রোটারি ফীড স্ক্রু এর মাধ্যমে মেশিনে ফীড দেয়া হয়। প্রতিটি কাটিং স্ট্রোকে টেবিল ছোট ছোট আর্কে কাজ সম্পন্ন করে।

৩.৫.৪ স্লট, কী-ওয়ে ও গ্রুভস স্লটিং (Machining Slots, Keyways and Grooves Slotting)

রোটারি টেবিলের মাধ্যমে ইন্ডেক্সিং করে গ্রুভ কাটিং এর মাধ্যমে গিয়ার তৈরি করা যায়। অন্যান্য মেশিন দিয়ে অভ্যন্তরীণ স্লট বা গ্রুভস কাটা যায়না বলেই বিশেষ ধরনের স্লটিং মেশিন দিয়ে এ ধরনের অপারেশন করা হয়।

৩.৫.৫ স্লটিং মেশিনের স্পেসিফিকেশন (Specification of Slotting Machine)

র‍্যামের সর্বোচ্চ স্ট্রোক দৈর্ঘ্য, রোটারি টেবিলের ব্যাস, টেবিলের আড়াআড়ি ও দৈর্ঘ্য বরাবরে চলাচল করার পরিমান, ফিড দেয়ার ক্ষমতা, মটরের অশ্ব ক্ষমতা, কুইক রিটার্ন মেকানিজম, স্থাপনে যে পরিমান ফ্লোর স্পেস প্রয়োজন ও মেশিনের মোট ওজনের পরিমাপ দিয়ে স্পেসিফিকেশন উল্লেখ করা হয়।

৩.৫.৬ স্লটিং মেশিনের সুবিধা (Advantage of Slotting Machine)

অন্যান্য মেশিনের তুলনায় হালকা, দামে কম, রক্ষণাবেক্ষণ খরচ কম ও কার্যবস্তুর উত্তম মসৃন তল তৈরি করতে সক্ষম।

৩.৬ স্লটিং অপারেশনে ব্যবহৃত টুলস

স্লটিং অপারেশনে ব্যবহৃত টুলস

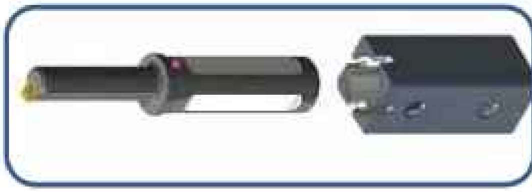
- স্লটিং টুলস (Slotting Tool)
- রেডিয়াস টুলস (Radious Tools)
- পার্টিং টুলস (Parting Tools)
- সাইড কাটিং টুলস (Side Cutting Tools)
- ভী- টুলস (V- Tools) ইত্যাদি।



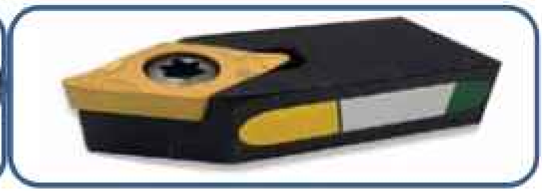
চিত্র-৩.২২ স্লটিং টুলস



চিত্র-৩.২৩ রেডিয়াস টুলস



চিত্র-৩.২৪ সাইড কাটিং টুলস



চিত্র-৩.২৫ ভী- টুলস



চিত্র-৩.২৬ পার্টিং টুলস

৩.৭ স্লটিং কাজে ব্যবহৃত মেজারিং টুলস

- স্টিল রুল (Steel Rule)
- ভার্নিয়ার ক্যালিপার্স (Vernier Calipers)
- গেজ (ডেপথ্, সারফেস, রেডিয়াস, ফিলার গ্যাপ, স্লিপ ও টেপার) [Gauge (Depth, Surface Finish, Radius, Filler Gauge, Slip or Block, Taper)]
- ভার্নিয়ার হাইট গেজ (Vernier Height Gauge)
- কম্বিনেশন সেট (Combination Set)

- ট্রাই স্কয়্যার (Try Square)
- টেলিস্কোপিং গেজ (Telescoping Gauge)
- স্পিরিট লেভেল (Spirit Level)
- আউটসাইড ও ইনসাইড ক্যালিপার (Outside and Inside Caliper)
- বিভেল প্রেট্র্যাক্টর (Bevel Protractor) ইত্যাদি।

৩.৮ স্লটিং মেশিনের কন্ট্রোল ও সেটিংস

স্লটিং মেশিনের বিভিন্ন প্রকার কন্ট্রোল ও সেটিং এর ব্যবহার

মেশিন সুইচঃ স্লটিং মেশিনে বিদ্যুৎ সরবরাহ নিয়ন্ত্রণ করতে মেশিন সুইচ ব্যবহৃত হয়।

মোটর স্টার্টারঃ সুইচ টিপলে ইহা মোটরকে চালু করে।

ক্লাচ এন্ড ব্রেক লিভারঃ স্লটিং মেশিন চালনার জন্য যান্ত্রিক শক্তি উৎপাদনের প্রধান অংশ হচ্ছে মোটর। মোটর বৈদ্যুতিক শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করে এবং উৎপন্ন যান্ত্রিক শক্তিকে র‍্যাম ড্রাইভিং মেকানিজমের সঙ্গে সংযুক্ত ও বিযুক্ত করতে ক্লাচ এন্ড ব্রেক লিভার ব্যবহৃত হয়।

স্ট্রোক অ্যাডজাস্টিং শ্যাফটঃ স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য বাড়াতে এবং কমাতে স্ট্রোক এ্যাডজাস্টিং শ্যাফট ব্যবহৃত হয়।

র‍্যাম লকিং লিভারঃ বিভিন্ন অবস্থানে র‍্যামকে লক করতে বা আটকাতে র‍্যাম লকিং লিভার ব্যবহৃত হয়। এটির সাহায্যে র‍্যামের স্ট্রোকের অবস্থান পরিবর্তন করে প্রয়োজনীয় জায়গায় সেট করা যায়।

ডাউন ফিড হ্যান্ডেলঃ কাটিং টুলসহ টুল স্লাইড উঁচু বা নিচু (ফিড) নিয়ন্ত্রণ করতে ডাউন ফিড হ্যান্ডেল ব্যবহৃত হয়।

ক্রস ফিড হ্যান্ড হুইলঃ টেবিলের অনুভূমিক চলাচল (ফিড) নিয়ন্ত্রণ করতে ক্রস ফীড হ্যান্ড হুইল ব্যবহৃত হয়।

টেবিল এ্যাডজাস্টিং ক্র্যাঙ্কঃ টেবিলকে খাড়াভাবে অর্থাৎ উল্লম্বভাবে চলাচল করাতে টেবিল অ্যাডজাস্টিং ক্র্যাঙ্ক ব্যবহৃত হয়।

স্পীড চেঞ্জিং লিভারঃ প্রতি মিনিটে র‍্যামের স্ট্রোকের সংখ্যা বাড়াতে বা কমাতে স্পীড চেঞ্জিং লিভার ব্যবহৃত হয়।

অটোমেটিক টুল লিফটার: রিটার্ন স্ট্রোকের সময় কাটিং টুলকে উঁচু করে ফিরিয়ে আনতে অটোমেটিক টুল লিফটার ব্যবহৃত হয়।

টুলপোস্ট ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু: টুলপোস্টে কাটিং টুলকে মজবুতভাবে কাটিং টুলকে ধরে রাখতে টুলপোস্ট ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু ব্যবহৃত হয়।

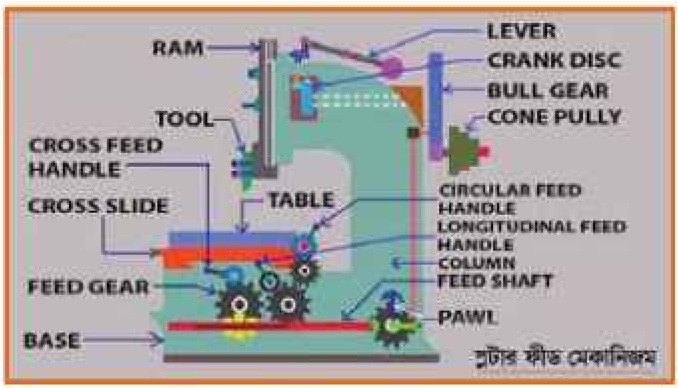
ক্রস ফিড এনগেজমেন্ট লিভার: ক্রস ফীড নিয়ন্ত্রণ করার জন্য এই লিভার ব্যবহৃত হয়। এটি টেবিলের অবস্থান ডানদিকে যাবে না বামদিকে যাবে না নিশ্চল থাকবে তা কন্ট্রোল করে।

এলিভেটিং স্ক্রু এর সাহায্যে টেবিলকে উপর-নিচ উঠানো হয়।

ক্রস ফিড মেনুয়্যাল কন্ট্রোল: এর সাহায্যে টেবিলকে হাতে নিয়ন্ত্রণ করে ডানদিকে বা বামদিকে সরানো যায়।

৩.৯ স্লটার ড্রাইভ মেকানিজম (Slotter Drive Mechanism)

স্লটিং অপারেশনে আপওয়ার্ড স্ট্রোকের সময় কার্যবস্তু হতে মেটাল অপসারণ হয় এবং ডাউন স্ট্রোকের সময় কোনো মেটাল কর্তন হয় না। এ কারণেই ডাউন স্ট্রোকের সময়কে কম দিয়ে ওয়ার্কিং স্পীডকে বাড়ানোর জন্য কুইক রিটার্ন মেকানিজমের প্রয়োজন হয়।



চিত্র-৩.২৭ স্লটিং ড্রাইভ মেকানিজম

শেপার মেশিনের অনুরূপ স্লটিং মেশিনেও তিন ধরনের কুইক রিটার্ন মেকানিজম ব্যবহার করা হয়।

- হাইড্রোলিক ড্রাইভ (Hydraulic Drive)
- ক্র্যাঙ্ক অ্যান্ড স্লটেড লিংক মেকানিজম (Crank and Slotted Link Mechanism)
- হুইটওয়ার্থ মেকানিজম (Withworth Mechanism)

৩.১০ স্লটিং মেশিনের স্পেসিফিকেশন (Specification of Slotting Machine)

কতগুলি বিষয়ের উপর স্লটিং মেশিনের স্পেসিফিকেশন নির্ভর করে যেমন-

- সবরাহকৃত শক্তি (Power Supply)
- ড্রাইভের ধরন
- টেবিলের সর্বোচ্চ চলাচলের ক্ষমতা
- র‍্যামের সর্বোচ্চ স্ট্রোক দৈর্ঘ্য
- স্পীড সংখ্যা
- ফীড সংখ্যা
- টেবিলের ফীড
- স্থাপনে যে পরিমান জায়গার প্রয়োজন হয়
- ওয়ার্ক টেবিলের ব্যাস মিমি
- মোটরের ক্ষমতা (অশ্বশক্তি) ইত্যাদি

এসো তুলনা করি

তুমি পূর্ববর্তী অধ্যায় এবং এই অধ্যায়ে শেপার ও স্লটিং মেশিন সম্পর্কে অনেক কিছু জেনেছ। উভয় মেশিনের কিছু নিজস্ব বৈশিষ্ট্য আছে। নিচে কতগুলি বৈশিষ্ট্য মিশ্রিতভাবে দেয়া হলো। বাম কলামের বৈশিষ্ট্যের দিকে লক্ষ্য রেখে তুমি টেবিলের ডান কলামে মেশিনের নাম উল্লেখ কর।

মেশিনের বৈশিষ্ট্যসমূহ	মেশিনের নাম
র‍্যাম অনুভূমিক অক্ষ বরাবর আসা-যাওয়া করে	
র‍্যাম উল্লম্ব অক্ষ বরাবর উঠা-নামা করে	
মেশিনিং সূক্ষ্মতা তুলনামূলক কম	
মেশিনিং সূক্ষ্মতা তুলনামূলক বেশি	
শক্তি কম প্রয়োজন হয়	
শক্তি বেশি প্রয়োজন হয়	
গঠন হালকা ও কম শক্তিশালী	
গঠন হালকা কিন্তু বেশি শক্তিশালী	

জব ১: স্লটিং মেশিনে কী-ওয়ে তৈরি করার দক্ষতা অর্জন

পারদর্শিতার মানদন্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (পিপিই) ও শোভন পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- জব অনুযায়ী টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেটেরিয়্যাল সিলেক্ট ও কালেক্ট করা;
- ছবি অনুযায়ী ক্যারেজ পরিচালনার যন্ত্রাংশ সংগ্রহ করা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- নষ্ট (Wast) মালামাল ও স্ক্র্যাপগুলো (Scrap) নির্ধারিত স্থানে ফেলা;
- কাজ শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দেওয়া ইত্যাদি।



চিত্র-৩.২৮ কার্যবস্তু /জব

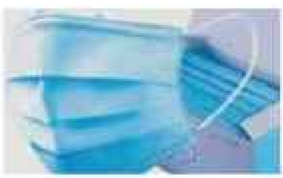
ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
০১	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	০১টি
০২	সেফটি গগল্‌স	কাল ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	০১টি
০৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১টি
০৪	মাস্ক	তিন স্তর বিশিষ্ট	০১টি
০৫	হ্যান্ড গ্লাভস	কাপড়ের তৈরি	০১ জোড়া
০৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১ জোড়া


সেফটি হেলমেট

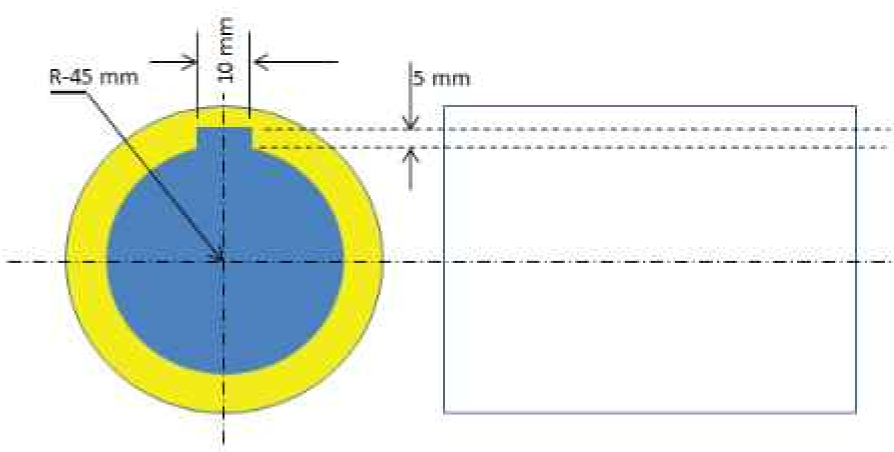

সেফটি গগল্‌স


অ্যাপ্রন


মাস্ক


হ্যান্ড গ্লাভস


সেফটি সুজ



চিত্র-৩.২৯ স্লটিং অপারেশনে কী-ওয়ে এর ডায়াগ্রাম ড্রয়িং

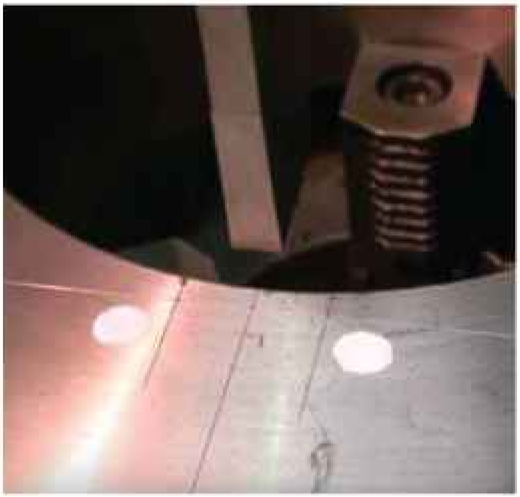
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্টস ও মেশিন)

ক্রমিক	যন্ত্রপাতির নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	স্লটিং মেশিন	প্রোডাকশন স্লটিং মেশিন	১টি
২.	কী-ওয়ে স্লট কাটিং টুল	নমুনা মোতাবেক	১টি
৩.	সার্কুলার টেবিল	নমুনা মোতাবেক	১টি
৪.	ডিভাইডার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৫.	মার্কিং কালার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৬.	ভার্নিয়ার ক্যালিপার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৭.	প্রিক পাঞ্চ	নমুনা মোতাবেক	১টি
৮.	হ্যামার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৯.	এনভিল	নমুনা মোতাবেক	১টি
১০.	অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ	নমুনা মোতাবেক	১টি
১১.	অয়েল ক্যান	নমুনা মোতাবেক	১টি
১২.	গ্রীজ গান	নমুনা মোতাবেক	১টি
১৩.	মেশিন ব্রাশ	নমুনা মোতাবেক	১টি

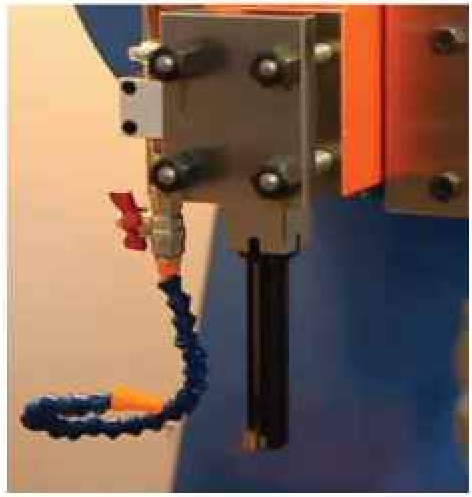
মালামাল (Raw Materials)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১	কার্যবস্তু	ড্রয়িং অনুযায়ী এমএস বুশ	১টি
২	ওয়্যাস্ট কটন	যেকোনো আকারের নরম ও সুতি কাপড়ের	৫ টুকরা
৩	সাদা কাগজ	A4 সাইজের ৮০ গ্রাম	৫টি

কার্যবস্তু স্লটিং অপারেশনের কয়েকটি ছবি-



কার্যবস্তুতে লে-আউট করণ



টুলপোস্টে কাটিং টুল আটকানো

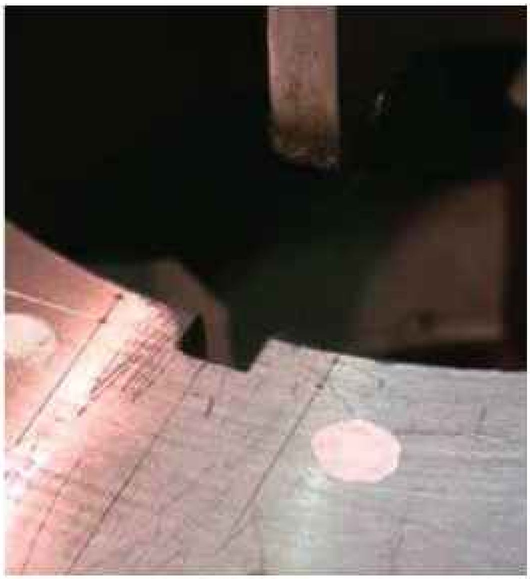


কাটিং ফ্লুইড লাইন চালু করা



অপারেশন শুরু করা

২০২৩



পর্যায়ক্রমে কাট দেয়া



কাজটি শেষ করা

চিত্র-৩.৩০ ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনে কী-ওয়ে কাটিং

কাজের ধারা

- প্রয়োজনীয় পিপিই পরিধান করো;
- ছকে উল্লেখিত তালিকা ও প্রয়োজন অনুযায়ী মালামাল এবং যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করো;
- মার্কিং ব্লক বা স্ক্রাইবার টুল দিয়ে কার্যবস্তুর উপর লে-আউট কর এবং মার্কিং কালার লাগাও;
- ফিক্সার বা ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস দিয়ে কার্যবস্তুকে টেবিলে বেঁধে নাও;
- টুল হোল্ডারে কী-ওয়ে কাটিং টুল মজবুত করে ক্ল্যাম্প করো;
- কী-ওয়ে কাটিং টুলের সেন্টারের সাথে কার্যবস্তুর লে-আউটের সাথে এল্যাইন করো;
- র‍্যামের স্ট্রোক দৈর্ঘ্য ঠিক করো;
- মেশিন চালু কর এবং আস্তে আস্তে ফীড দাও;
- মেশিন বন্ধ করে স্লিপ গেজের সাহায্যে কী-ওয়ে পরিমাপ করে নাও;
- কাজ শেষ না হওয়া পর্যন্ত আস্তে আস্তে অপারেশন করতে থাকো;
- চাবির ঘাটের সাইজ পরীক্ষা করো, এবং ড্রয়িং-এর স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী মাপ পরীক্ষা করে কার্যবস্তু অপসারণ করো;
- ২০২৫ কাজ শেষে ওয়ার্কশপের এর নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করো;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করো;

- ওয়েস্টেজ এবং স্ক্র্যাপগুলি নির্ধারিত স্থানে ফেলে দাও;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দাও ইত্যাদি।

কাজের সতর্কতা

- কাজের সময় পিপিই পরিধান করতে হবে;
- কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত করতে হবে;
- প্রয়োজনমত মেশিন গার্ড ব্যবহার করতে হবে;
- কার্যবস্তু মেশিন ভাইসে শক্তভাবে টাইট দিতে হবে;
- সঠিকভাবে কাটার বেঁধে প্রথমে মেনুয়্যাল কাট দিতে হবে;
- কাজের সময় মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা করতে হবে;
- খুব সতর্কতার সাথে ফিনিশ কাট দিতে হবে;
- মেশিনে কোনো অসুবিধা হলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ করতে হবে;
- প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত সতর্কতার সাথে কাজ করতে হবে ইত্যাদি।

অর্জিত দক্ষতা/ফলাফল

প্রোডাকশন স্লটিং মেশিনে কী-ওয়ে করতে সক্ষম হবে।

ফলাফল বিশ্লেষণ/মন্তব্য

স্লটিং অপারেশনে এর যথাযথ প্রয়োগ করতে সক্ষম হবে।

জব ২: স্লটিং মেশিনে ইন্টার্নাল স্প্লাইন কাটার দক্ষতা অর্জন

পারদর্শিতার মানদন্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (পিপিই) ও শোভন পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- জব অনুযায়ী টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেটেরিয়্যাল সিলেক্ট ও কালেক্ট করা;
- ছবি অনুযায়ী ক্যারেজ পরিচালনার যন্ত্রাংশ সংগ্রহ করা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- নষ্ট মালামাল (Wast) ও স্ক্র্যাপগুলো (Scrap) নির্ধারিত স্থানে ফেলা;
- কাজ শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দেওয়া ইত্যাদি।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	১টি
২	সেফটি গগল্স	কাল ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	১টি
৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	১টি
৪	মাস্ক	তিন স্তর বিশিষ্ট	১টি
৫	হ্যান্ড গ্লাভস	কাপড়ের তৈরি	১ জোড়া
৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	১ জোড়া


সেফটি হেলমেট


সেফটি গগল্স


অ্যাপ্রন


মাস্ক


হ্যান্ড গ্লাভস


সেফটি সুজ



চিত্র-৩.৩১ ইন্টার্নাল স্প্লাইন

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্টস ও মেশিন)

ক্রমিক	যন্ত্রপাতির নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	স্লটিং মেশিন	প্রোডাকশন স্লটিং মেশিন	১টি
২.	স্প্লাইন কাটিং টুল	নমুনা মোতাবেক	১টি
৩.	সার্কুলার টেবিল	নমুনা মোতাবেক	১টি
৪.	ডিভাইডার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৫.	মার্কিং কালার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৬.	ভার্নিয়ার ক্যালিপার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৭.	প্রিক পাঞ্চ	নমুনা মোতাবেক	১টি
৮.	হ্যামার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৯.	এনভিল	নমুনা মোতাবেক	১টি
১০.	অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ	নমুনা মোতাবেক	১টি
১১.	অয়েল ক্যান	নমুনা মোতাবেক	১টি
১২.	গ্রীজ গান	নমুনা মোতাবেক	১টি
১৩.	মেশিন ব্রাশ	নমুনা মোতাবেক	১টি

মালামাল (Raw Materials)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১	কার্যবস্তু	ড্রয়িং অনুযায়ী এমএস ব্লক	১টি
২	ওয়াস্ট কটন	যেকোনো আকারের নরম ও সুতি কাপড়ের	৫ টুকরা
৩	সাদা কাগজ	A4 সাইজের ৮০ গ্রাম	৫টি

কার্যবস্তু স্প্লাইন স্লটিং অপারেশনের কয়েকটি ছবি-



স্প্লাইন স্লটিং অপারেশন মেশিন



মাল্টি স্প্লাইন কাটিং টুল অপারেশন



সিঙ্গেল স্প্লাইন কাটিং টুল অপারেশন



ফিনিশ প্রোডাক্ট

চিত্র-৩.৩২ ইন্টার্নাল স্প্লাইন কাটিং

কাজের ধারা

- প্রয়োজনীয় পিপিই পরিধান করো;
- ছকে উল্লেখিত তালিকা ও প্রয়োজন অনুযায়ী মালামাল এবং যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করো;
- মার্কিং ব্লক বা স্ক্রাইবার টুল দিয়ে কার্যবস্তুর উপর লে-আউট কর এবং মার্কিং কালার লাগাও;
- ফিক্সার বা ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস দিয়ে কার্যবস্তুকে সার্কুলার টেবিলে বেঁধে নাও;
- রোটারি টেবিলে কার্যবস্তু বাঁধার পর ইনডেক্সিং হিসাব করো;
- টুল হোল্ডারে স্প্লাইন কাটিং টুল মজবুত করে ক্ল্যাম্প করো;
- স্প্লাইন কাটিং টুলের সেন্টারের সাথে কার্যবস্তুর লে-আউটের সাথে এল্যাইন করো;
- র‍্যামের স্ট্রোক দৈর্ঘ্য ঠিক করো;
- মেশিন চালু কর এবং আস্তে আস্তে ফীড দাও;
- কাজ শেষ না হওয়া পর্যন্ত আস্তে আস্তে অপারেশন করতে থাকো;
- স্প্লাইন এর মাপ পরীক্ষা করে কার্যবস্তু অপসারণ করো;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের এর নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করো;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করো;
- ওয়াস্ট ও স্ক্র্যাপগুলো নির্ধারিত স্থানে ফেলে দাও;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দাও ইত্যাদি।

কাজের সতর্কতা

- কাজের সময় হ্যান্ড গ্লাভস ব্যবহার করতে হবে;
- কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত করতে হবে;
- প্রয়োজনমত মেশিন গার্ড ব্যবহার করতে হবে;
- মোটা সোলের জুতা, সেফটি ড্রেস ও গগলস্ পরিধান করতে হবে;
- কার্যবস্তু মেশিন ভাইসে শক্তভাবে টাইট দিতে হবে;
- সঠিকভাবে কাটার বেঁধে প্রথমে মেনুয়্যাল কাট দিতে হবে;
- কাজের সময় মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা করতে হবে;
- খুব সতর্কতার সাথে ফিনিশ কাট দিতে হবে;
- মেশিনে কোন অসুবিধা হলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ করতে হবে ইত্যাদি।

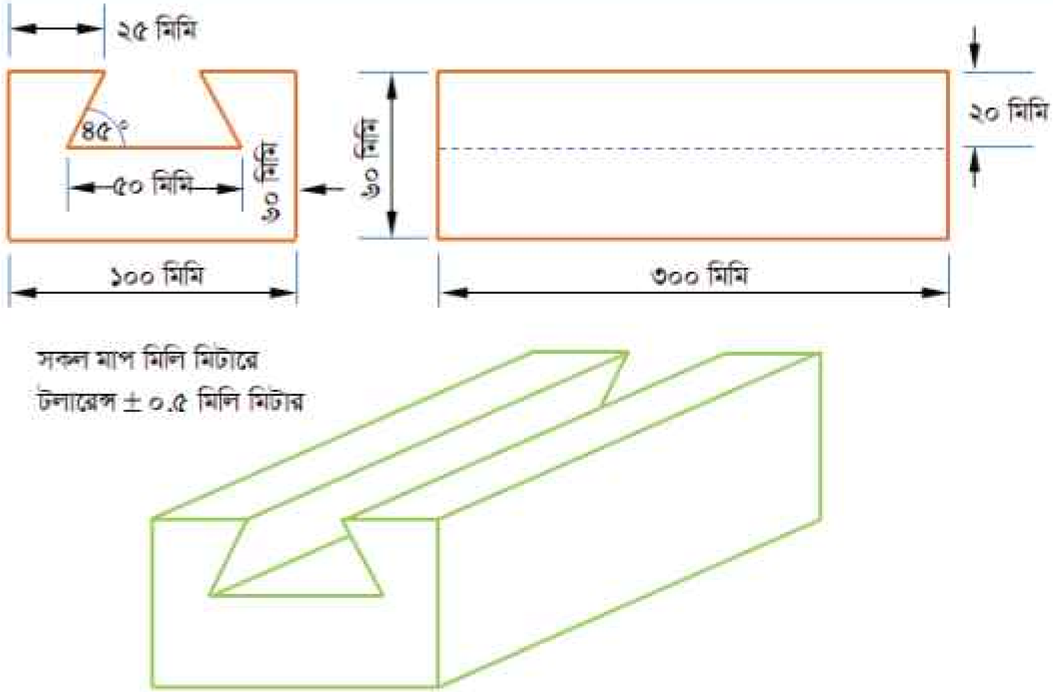
অর্জিত দক্ষতা/ফলাফল

প্রোডাকশন স্লটিং মেশিনে কী-ওয়ে করতে সক্ষম হবে।

ফলাফল বিশ্লেষণ/মন্তব্য

স্লটিং অপারেশনে এর যথাযথ প্রয়োগ করতে সক্ষম হবে।

জব ৩: ডাভটেইল স্লটিং অপারেশন করার দক্ষতা অর্জন



চিত্র-৩.৩৩ ডাভটেইল স্লট কাটিং ওয়ার্কিং ড্রয়িং

পারদর্শিতার মানদন্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (পিপিই) ও শোভন পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- জব অনুযায়ী টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেটেরিয়্যাল সিলেক্ট ও কালেক্ট করা;
- ছবি অনুযায়ী ক্যারেজ পরিচালনার যন্ত্রাংশ সংগ্রহ করা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- নষ্ট মালামাল (Wast) ও স্ক্র্যাপগুলো (Scrap) নির্ধারিত স্থানে ফেলা;
- কাজ শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দেওয়া ইত্যাদি।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
০১	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	০১টি
০২	সেফটি গগলস	কাল ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	০১টি
০৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১টি
০৪	মাস্ক	তিন স্তর বিশিষ্ট	০১টি
০৫	হ্যান্ড গ্লাভস	কাপড়ের তৈরি	০১ জোড়া
০৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১ জোড়া



চিত্র-৩.৩৪ ডাভটেইল স্লট কাটার

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্টস ও মেশিন)

ক্রমিক	যন্ত্রপাতির নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	স্লটিং মেশিন	ভাটিক্যাল	১টি
২.	ডাভটেইল স্লট কাটার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৩.	ভার্টিক্যাল স্লটিং এট্যাচমেন্ট	নমুনা মোতাবেক	১টি
৪.	টেপার শ্যাঙ্ক কাটার অ্যাডাপ্টার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৫.	এ্যাঙ্গেল প্লেট	নমুনা মোতাবেক	১টি
৬.	ভার্নিয়ার ক্যালিপার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৭.	মার্কিং কালার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৮.	স্ক্রাইবার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৯.	প্রিক পাঞ্চ	নমুনা মোতাবেক	১টি
১০.	হ্যামার	নমুনা মোতাবেক	১টি
১১.	অয়েল ক্যান	নমুনা মোতাবেক	১টি
১২.	গ্রীজ গান	নমুনা মোতাবেক	১টি
১৩.	মেশিন ব্রাশ	নমুনা মোতাবেক	১টি

২০২৫

মালামাল (Raw Materials)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১	ওয়াস্ট কটন	যেকোনো আকারের নরম ও সুতি কাপড়ের	৫ টুকরা
২	সাদা কাগজ	A4 সাইজের ৮০ গ্রাম	৫টি
৩	ওয়ার্কিং ব্লক	ড্রয়িং অনুযায়ী	১টি

কাজের ধারা

- প্রয়োজনীয় পিপিই পরিধান করো;
- ছকে উল্লেখিত তালিকা ও প্রয়োজন অনুযায়ী মালামাল এবং যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করো;
- ড্রয়িং এর স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী ডাভটেইল স্লটিং করতে স্লট কাটার নির্বাচন করো;
- ভার্টিক্যাল হেড স্পিন্ডলে ড্র-ব্যাক চাক বাঁধ;
- কার্যবস্তু ক্ল্যাম্পিং করো, নাটকে দৃঢ়ভাবে টাইট করতে স্প্যানার ব্যবহার করো;
- কার্যবস্তুর মেটেরিয়্যাল অনুযায়ী কাটিং স্পীড নির্বাচন কর এবং ভার্নিয়ার ক্যালিপারের সাহায্যে কাটার ব্যাস পরীক্ষা করো। কাটিং স্পীড ও কাটারের ব্যাস অনুযায়ী চার্ট হতে কাটারের প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন গতির মান নির্বাচন করো। মেশিন ডায়াল ঘুরিয়ে RPM সেট করো;
- মেশিন চালু অবস্থায় RPM পরিবর্তন করা হতে বিরত থাকো;
- টেবিল সেট করো, মেশিন সেটআপ পরীক্ষা করে মেশিন চালু করো। ডেপথ অব কাট দাও এবং কুল্যান্ট পদ্ধতি চালু করো;
- পুনরায় মেশিন চালু করে চূড়ান্ত ডেপথ অব কাট দাও এবং স্লটের চওড়া বৃদ্ধি করতে টেবিলের অনুভূমিক অবস্থান সমন্বয় করো;
- কার্যবস্তু অপসারণের পূর্বে যত্ন সহকারে পরিমাপ পরীক্ষা করো;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের এর নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করো;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করো;
- ওয়াস্ট ও স্ক্র্যাপগুলোনির্ধারিত স্থানে ফেলে দাও;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দাও ইত্যাদি।

কাজের সতর্কতা

- কাজের সময় হ্যান্ড গ্লাভস ব্যবহার করতে হবে;
- কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত করতে হবে;
- প্রয়োজনমত মেশিন গার্ড ব্যবহার করতে হবে;

- মোটা সোলের জুতা, সেফটি ড্রেস ও গগলস্ পরিধান করতে হবে;
- কার্যবস্তু মেশিন ভাইসে শক্তভাবে টাইট দিতে হবে;
- সঠিকভাবে কাটার বেঁধে প্রথমে মেনুয়্যাল কাট দিতে হবে;
- কাজের সময় মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা করতে হবে;
- খুব সতর্কতার সাথে ফিনিশ কাট দিতে হবে;
- মেশিনে কোনো অসুবিধা হলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ করতে হবে;
- প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত সতর্কতার সাথে কাজ করতে হবে; ইত্যাদি।

অর্জিত দক্ষতা/ফলাফল: স্লটিং মেশিনে ডাভটেইল স্লট করতে সক্ষম হবে।

ফলাফল বিশ্লেষণ/মন্তব্য: স্লটিং অপারেশনে এর যথাযথ প্রয়োগ করতে সক্ষম হবে।

অনুশীলনী-৩

অতি সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১. স্লটিং মেশিনের কাজ কী?
২. চার প্রকার স্লটিং মেশিনের নাম লেখ।
৩. স্লটিং মেশিনের প্রধান ৫টি অংশের নাম লেখ।

সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১. স্লটিং মেশিনের সাহায্যে কি কি কাজ করা যায় সংক্ষেপে লেখ।
২. প্রিসিশন টুলরুম স্লটার এর বিশেষ বৈশিষ্ট্য কী?
৩. গিয়ার ও হুইলের উপর কী স্লট তৈরি করতে কোন স্লটার সুবিধাজনক, কেন?

রচনামূলক প্রশ্ন

১. স্লটিং মেশিনের প্রধান অংশসমূহের ব্যবহার বর্ণনা করো।
২. বিভিন্ন প্রকার স্লটিং অপারেশন বর্ণনা করো।
৩. স্লটিং মেশিনে কাজ করার সময় প্রয়োজনীয় সতর্কতার বিষয়াদি বর্ণনা করো।

চতুর্থ অধ্যায়

বেসিক লেদ অপারেশন

Basic Lathe Operation





মানুষের চিন্তা-চেতনার দ্বারা সমাজ ও সভ্যতার ক্রমাগত পরিবর্তন হচ্ছে। আমাদের দৈহিক শক্তি সীমিত কিন্তু বুদ্ধি সীমিত নয়, তাই বলে শুধু বুদ্ধি দিয়েই সব কিছু করা যায় না; সাথে কৃত্তিম শক্তিরও প্রয়োজন হয়। যুগে যুগে মানুষের দৈহিক শক্তির সাথে বুদ্ধিমত্তাকে কাজে লাগিয়ে যান্ত্রিক শক্তি প্রয়োগ করে অনেক নতুন নতুন যন্ত্রপাতি আবিষ্কার করছে। এমন একসময় ছিল যখন কুমার হাত-পা কাজে লাগিয়ে নরম মাটি থেকে গ্রহস্থালির তৈজসপত্র বানাতো। কিন্তু আজকাল প্রযুক্তি উদ্ভাবনের ফলে তাঁরা যান্ত্রিক হুইল ব্যবহারের ফলে আরো অনেক কিছু সৃষ্টি ও নির্মাণ করছে। প্রাকৃতিকভাবে ভূ-পৃষ্ঠে অনেক প্রকার ধাতু ও অধাতু পাওয়া যায়; এরমধ্যে অ্যালুমিনিয়াম ও লোহা সবচেয়ে বেশী। দৈনন্দিন প্রয়োজনে লোহা ও অ্যালুমিনিয়াম ব্যবহারও সবচেয়ে বেশি লোহা ও অন্যান্য ধাতু দিয়ে সহজে নানাবিধ দ্রব্য সামগ্রী ও যন্ত্রপাতি তৈরিতে অনেক মেশিনারিজ আবিষ্কার হয়েছে। এসকল আবিষ্কারের মধ্যে লেদ মেশিন গুরুত্বপূর্ণ। এমনও অনেক মেশিন আছে যা শুধুমাত্র নির্দিষ্ট কোন কাজের জন্য আবিষ্কৃত হয়েছে, কিন্তু লেদ মেশিন দিয়ে অনেক ধরনের কাজ করা যায়। তাই আমাদের বাড়ির আশে-পাশে ছোটখাট ওয়ার্কশপ থেকে শুরু করে বড় বড় শিল্প কারখানাতেও এ লেদ মেশিন দেখা যায়। এ অধ্যায়ে লেদ মেশিন ব্যবহার করে বিভিন্ন কাজ সম্পন্ন করার কৌশল শিখব।

এ অধ্যায়ে পাঠ শেষে আমরা-

- লেদ সম্পর্কে ব্যাখ্যা করতে পারব;
- লেদ অপারেশনে বিশেষ সেফটি ব্যবস্থা নিশ্চিত করতে পারব;
- লেদ হোল্ডিং ডিভাইস ও এ্যাটাচমেন্টসমূহ ব্যাখ্যা করতে পারব;
- লেদে অপারেশনে ব্যবহৃত এক্সেসরিজ ব্যবহার করতে পারব;
- লেদে শোল্ডার, গ্রুভস, চেম্ফার্স, কাউন্টারসিংকিং ও পার্টিং-অফ অপারেশন ব্যাখ্যা করতে পারব;
- সারফেস গেজ ও ডায়াল ইন্ডিকেটর ব্যবহার করে লেদ মেশিনের এল্যাইনমেন্ট চেক করতে পারব;
- লেদ মেশিন ব্যবহার করে জব তৈরি করতে পারব।

উল্লেখিত শিখনফল অর্জনের লক্ষ্যে এই অধ্যায়ে আমরা তিনটি জব সম্পন্ন করব। এখানে তিনটি জবের মাধ্যমে লেদ অপারেশনে বিশেষ সেফটি ব্যবস্থা নিশ্চিত করা, লেদ হোল্ডিং ডিভাইস, অ্যাটাচমেন্ট ও এক্সেসরিজসমূহের ব্যবহার করা। এছাড়াও শোল্ডারিং, গ্রুভিং, চেম্ফারিং, কাউন্টারসিংকিং ও পার্টিং-অফ অপারেশনে দক্ষতা অর্জন করতে পারব। বিশেষ করে সারফেস গেজ ও ডায়াল ইন্ডিকেটর ব্যবহার করে লেদ মেশিনের ত্রুটি-বিচ্যুতি পরীক্ষা করাসহ সামগ্রিকভাবে লেদ মেশিন ব্যবহার করে জব তৈরি করতে সক্ষম হব এবং জবগুলি সম্পন্ন করার পূর্বে প্রয়োজনীয় তাত্ত্বিক বিষয়সমূহ জানব।

লেদ পরিচিতি

যেসকল মেশিন টুল বর্তমানে ব্যবহৃত হচ্ছে, এদের মধ্যে লেদ মেশিনই প্রাচীনতম। আদিকাল থেকেই লেদের ব্যবহার চলে আসছে। তখন লেদ হাত দিয়ে চালানো হতো। কাঠের চেয়ার, টেবিল প্রভৃতির পায়া তৈরি করতে লেদ ব্যবহার করা হতো। সম্ভবত কুমারের চাকই লেদ মেশিনের ক্রমবিকাশের প্রথম ধাপ এবং পৃথিবীর প্রাচীনতম যন্ত্র। এখন লেদের ব্যবহার শুধুমাত্র কাঠের কাজের মধ্যে সীমাবদ্ধ নেই। বর্তমানে দৈহিক শক্তির পরিবর্তে বৈদ্যুতিক শক্তি দ্বারা লেদ পরিচালিত হচ্ছে এবং ধাতব বস্তু টার্নিং করে জটিল আকৃতি বিশিষ্ট যন্ত্রাংশ তৈরি করতে ব্যবহৃত হচ্ছে। ইংল্যান্ডে প্রথম লেদের উন্নতি সাধিত হয়। আজকাল বিভিন্ন কাজের জন্য ভিন্ন ভিন্ন প্রকার লেদের উদ্ভব হয়েছে। লেদ মেশিন দ্বারা সাধারণত একটি একমুখো কাটিং টুল (Single Point Cutting Tool)-এর সাহায্যে স্পিন্ডলের সাথে সংযুক্ত চাকে বাঁধা অবস্থায় ঘুরন্ত কার্যবস্তুকে কেটে প্রধানত: বেলনাকার (Cylindrical), মোচাকার (Conical), ফেসিং (Facing) ইত্যাদি আকৃতির জব ও স্ক্রু-থ্রেড তৈরি করা যায়।

৪.১ লেদ মেশিনের প্রকারভেদ

বিভিন্ন প্রকার লেদ মেশিনের নাম ও ছবি নিম্নে উল্লেখ করা হল-

- **স্পীড লেদ (Speed Lathe)**
    a) উড ওয়ার্কিং লেদ (Wood Working Lathe)
    b) সেন্টারিং লেদ (Centering Lathe)
    c) মেটাল স্পিনিং লেদ (Metal Spinning Lathe)
    d) পলিশিং লেদ (Polishing Lathe)



চিত্র-৪.১ উড ওয়ার্কিং লেদ



চিত্র-৪.২ সেন্টারিং লেদ



চিত্র-৪.৩ মেটাল স্পিনিং লেদ



চিত্র-৪.৪ পলিশিং লেদ

- **বেঞ্চ লেদ (Bench Lathe)**

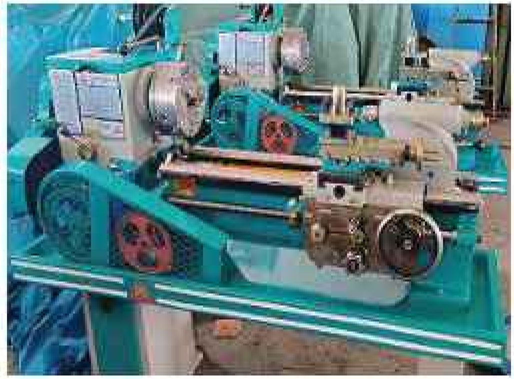


চিত্র-৪.৫ বেঞ্চ লেদ

- **সেন্টার লেদ (Center Lathe)**
    a) কোণ পুলি ড্রাইভ সেন্টার লেদ (Cone Pulley Drive Centre Lathe)
    b) গিয়ার হেড ড্রাইভ সেন্টার লেদ (Gear Head Drive Centre Lathe)



চিত্র-৪.৬ কোণ পুলি ড্রাইভ সেন্টার লেদ



চিত্র-৪.৭ গিয়ার হেড ড্রাইভ সেন্টার লেদ

- টুল রুম লেদ (Tool Room Lathe)
- টারেট লেদ (Turret Lathe)
- ক্যাপস্ট্যান লেদ (Capstan Lathe)
- ইনডেক্সিং লেদ (Indexing Lathe)



চিত্র-৪.৮ টুল রুম লেদ



চিত্র-৪.৯ টারেট লেদ



চিত্র-৪.১০ ক্যাপস্ট্যান লেদ



চিত্র-৪.১১ ইনডেক্সিং লেদ

- বিশেষ কাজে ব্যবহৃত লেদ (Special Purpose Lathe)
    a) ক্র্যাঙ্কশ্যাফট লেদ (Crankshaft Lathe)
    b) ক্যামশ্যাফট লেদ (Camshaft Lathe)
    c) হুইল লেদ (Wheel Lathe)
    d) গ্যাপ বেড লেদ (Gap Bed Lathe)
    e) মাল্টিকাট লেদ (Multi-cut Lathe)
    f) ডুপ্লিকেটিং লেদ (Duplicating Lathe)



চিত্র-৪.১২ ক্র্যাঙ্কশ্যাফট লেদ



চিত্র-৪.১৩ ক্যামশ্যাফট লেদ



চিত্র-৪.১৪ হুইল লেদ



চিত্র-৪.১৫ গ্যাপ বেড লেদ



চিত্র-৪.১৬ মাল্টি-কাট লেদ



চিত্র-৪.১৭ ডুপ্লিকেটিং লেদ

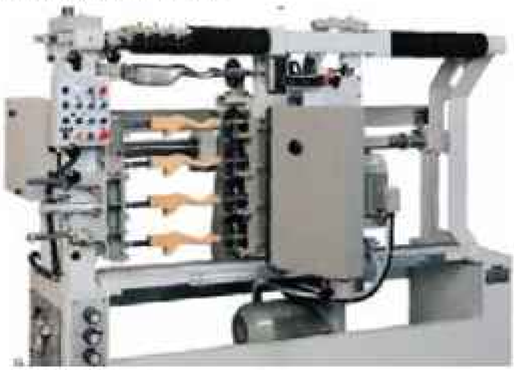
- প্রিসিশন লেদ (Precision Lathe)
- প্রডাকশন লেদ (Production Lathe)
- কপিং লেদ (Copying Lathe)
- ভার্টিকেল লেদ (Vertical Lathe)



চিত্র-৪.১৮ প্রিসিশন লেদ



চিত্র-৪.১৯ প্রডাকশন লেদ



চিত্র-৪.২০ কপিং লেদ



চিত্র-৪.২১ ভার্টিকেল লেদ

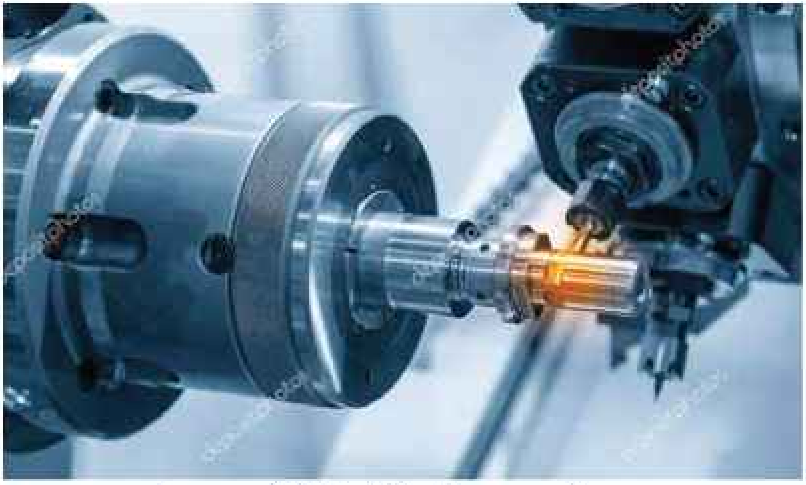
- অটোমেটিক লেদ (Automatic Lathe)
- নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল লেদ (Numerical Control Lathe)
- কম্পিউটার নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল লেদ (CNC Lathe)



চিত্র-৪.২২ অটোমেটিক লেদ



চিত্র-৪.২৩ সিএনসি লেদ



চিত্র-৪.২৪ কম্পিউটার নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল লেদ

৪.২ লেদের প্রধান অংশসমূহ

- বেড (Bed)
- হেডস্টক (Headstock)
- স্পিন্ডল (Spindle)
- টেইলস্টক (Tailstock)
- ফিড রড (Feed Rod)
- লিড স্ক্রু (Lead Screw)
- কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্স (Quick Change Gear Box)
- ক্যারেজ (Carriage)
  - (ক) স্যাডল (Saddle)
  - (খ) ক্রস স্লাইড (Cross Slide)
  - (গ) কম্পাউন্ড রেস্ট (Compound Rest)
  - (ঘ) কম্পাউন্ড স্লাইড (Compound Slide)
  - (ঙ) টুল পোস্ট (Tool Post)
  - (চ) অ্যাপ্রন (Apron)
- মটর (Motor)



চিত্র-৯.২৫ লেদের প্রধান অংশসমূহ

লেদের প্রধান অংশসমূহের কার্যাবলি

৪.২.১ বেড (Bed)

লেদ মেশিনের বেড, মেশিনের বেসের উপর প্রয়োজন মত উচ্চতায় থেকে মেশিনের প্রধান কাঠামো তৈরি করে। মূলত বেড হলো লেদ মেশিনের ফাউন্ডেশন। এর বাম প্রান্তে হেডস্টক ও ডান প্রান্তে টেইলস্টক এবং মাঝখানে ক্যারেজ অবস্থান করে। হেডস্টক, ক্যারেজ ও টেইলস্টককে এক লাইনে ধরে রাখা এবং দরকার মত লেদের স্পিন্ডলের অক্ষরেখা বরাবর ক্যারেজ ও টেইলস্টক সরানোর বন্দোবস্ত করাই বেডের প্রধান কাজ। বেডের সূক্ষ্মতা, দৃঢ়তা ও সঠিক এল্যাইনমেন্টের ওপর লেদের সঠিকতা দৃঢ়তা ও সুক্ষ্মতা নির্ভর করে। বেডের উপরিভাগ উত্তমরূপে মেশিনিং ও মসৃণ করা থাকে। আঘাত জনিত কারণে এর তল মসৃণতা যাতে বিনষ্ট না হয় তার জন্য যত্নবান হওয়া উচিৎ। বেড সাধারণত ঢালাই লোহা দ্বারা তৈরি করা হয়। পূর্বে উচ্চ শ্রেণির ঢালাই লোহা বা মিশ্র ঢালাই লোহা ব্যবহৃত হতো। বর্তমানে বিশেষ ঢালাই পদ্ধতি দ্বারা নির্মিত বিশেষ দৃঢ়ীকৃত (Strengthened) ঢালাই লোহা বেশি ব্যবহার করা হয়। আর ক্যারেজের গতিশীল তলে ঘর্ষণ রোধ ক্ষমতা বৃদ্ধি করার জন্য হার্ডেনিং করা হয়।

৪.২.২ হেডস্টক (Headstock)

হেডস্টক লেদ মেশিনের একটি প্রধান ও গুরুত্বপূর্ণ অংশ। বেডের উপর বাম প্রান্তে দৃঢ়ভাবে হেডস্টক স্থাপন করা থাকে এবং স্পিন্ডল ড্রাইভ



চিত্র-৪.২৬ লেদ হেডস্টক

২০২৫

মেকানিজমকে আশ্রয় দিয়ে থাকে। স্পিন্ডল ড্রাইভ মেকানিজম দুই ধরনের হয়ে থাকে। গিয়ার ড্রাইভ ও কোন-পুলি ড্রাইভ মেকানিজম। গিয়ার ড্রাইভ মেকানিজমে বাইরে থেকে লিভারের সাহায্যে হেডস্টকের মধ্যস্থিত গিয়ারের অবস্থান পরিবর্তন করে স্পিন্ডল স্পীড পরিবর্তন করা হয় এবং কোন-পুলি ড্রাইভ মেকানিজমে পুলির বিভিন্ন স্টেপে বা গ্রুভে বেল্টের অবস্থান পরিবর্তন করে স্পিন্ডল স্পীড পরিবর্তন করা হয়।

ক-১ হেডস্টক হাউজিং (Head Stock Housing)
ক-২ মধ্যম গতির গিয়ার লিভার (Intermediate Gears Lever)
ক-৩ উচ্চ-নিম্ন গতির গিয়ার লিভার (High Low Gear Lever)
ক-৪ ক্যামলক স্পিন্ডল (Camlock Spindle)
ক-৫ টাম্বলার গিয়ার্স (Tumbler Gears) সামনে-পেছনে বা সংযোগ স্থাপন-সংযোগ বিচ্ছিন্ন
ক-৬ কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্স (Quick Change Gear Box)
ক-৭ লীড স্ক্রু (Lead Screw)
ক-৮ ফীড স্ক্রু (Feed Screw)
ক-৯ সামনে-পেছনে করার সুইচ (Forward Reverse Switch)
ক-১০ চেঞ্জ গিয়ার কভার (Change Gear Cover)

৪.২.৩ স্পিন্ডল (Spindle)


চিত্র-৯.২৭ লেদ স্পিন্ডল

স্পিন্ডল লেদ মেশিনের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ। এর সঠিকতার উপর লেদ মেশিনের সঠিকতা নির্ভর করে। ক্ষয়রোধী বিয়ারিং এর সাহায্যে স্পিন্ডল হেডস্টকের মধ্যে সংযোজন করা থাকে। স্পিন্ডল মোটর থেকে গিয়ার বা পুলির সাহায্যে ঘূর্ণন গতি প্রাপ্ত হয়। স্পিন্ডলের প্রান্তকে নোজ বলা হয়। এই নোজ এক্সটার্নাল থ্রেডযুক্ত এবং এ অংশে ফেস প্লেট, লেদ চাক, ড্রাইভ প্লেট ইত্যাদি সেট করা থাকে। লেদ স্পিন্ডল ফাঁপা হওয়াতে এর মধ্য দিয়ে লম্বা ওয়ার্কপিসকে অতিক্রম করে চাকে বাঁধা সম্ভব হয়। লেদ স্পিন্ডলের নোজের দিকে ছিদ্র টেপার হয়ে থাকে। ফলে নোজের সাথে লাইভ সেন্টার সহ সকেট সেট করা যায়। স্পিন্ডল নিকেল-ক্রোমিয়াম ইস্পাতের মত বিশেষ ইস্পাত, সিমেন্টেশন ইস্পাত ইত্যাদি দ্বারা নির্মিত হয়।

৪.২.৪ টেইলস্টক (Tailstock)

টেইলস্টক বেডের উপরিভাগের হেডস্টকের উল্টো দিকে থাকে। সেন্টার দ্বারা বস্তুর একটি প্রান্ত ধরা হয় এবং ড্রিল, রিমার ইত্যাদি কাটিং টুল স্থাপন করার অংশকে টেইলস্টক বলে। টেইলস্টক স্পিন্ডলের সম্মুখে মোরস টেপার থাকে, এর ভিতরে সেন্টার-ড্রিল, রিমার, ডাই ইত্যাদি ঢুকিয়ে হ্যান্ডল ঘুরানো হয় এবং উপযুক্ত স্থানে টেইলস্টক স্পিন্ডল স্থাপন করা হয়। আর টেইলস্টক স্পিন্ডল আড়াআড়ি ভাবে সরানোর ফলে টেপার টার্নিং করা যায়; কাজেই সরল বেলনাকার কাটবার জন্য মাঝে মাঝে টেইলস্টক স্পিন্ডলের কেন্দ্র নিয়ন্ত্রণ করা প্রয়োজন।



চিত্র-৪.২৮ লেদ টেইলস্টক

৪.২.৫ ফিড রড (Feed Rod)

লিড স্ক্রু-এর নিচে ফিড রডের অবস্থান। কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্স থেকে অ্যাপ্রন মেকানিজমে শক্তি স্থানান্তর করার জন্য ফিড রড ব্যবহৃত হয়। ফিড মেকানিজম শক্তি প্রাপ্ত হলে লম্বা লম্বি ও আড়া আড়ি পাওয়ার ফীড ব্যবহার করা সম্ভব হয়। ফিড রডের প্রায় সমস্ত দৈর্ঘ্য ব্যাপী চাবির ঘাট (Key-way) কাটা থাকে এবং এতে চাবির সাহায্যে একটি গিয়ার সেট করা থাকে। অপারেশনের সময় ফিড রডের ঘূর্ণনের সাথে গিয়ারটি ঘুরে প্রয়োজনীয় কাটিং ফীড প্রদান করে থাকে।



চিত্র-৪.২৯ ফিড রড ও লিড স্ক্রু

৪.২.৬ লিড স্ক্রু (Lead Screw)

থ্রেড কাটার দরকার হলে লিড স্ক্রু ব্যবহৃত হয়। এটির দৈর্ঘ্য বেডের দৈর্ঘ্যের চেয়ে সামান্য বেশি এবং বেডের সামনের দিকে ফিড রডের পরে সেট করা থাকে (যদি ফিড রড থাকে)।

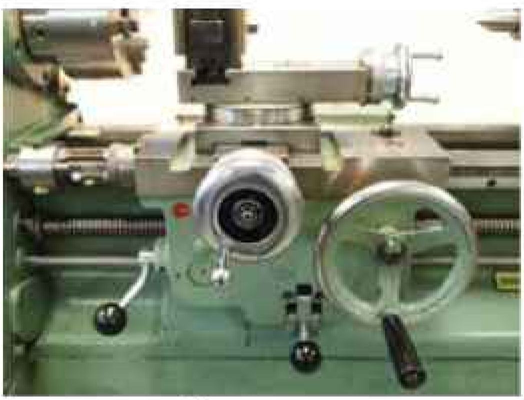
৪.২.৭ কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্স (Quick Change Gear Box)

সামনের দিকে হেডস্টকের ঠিক নিচে কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্স অবস্থিত। এটি হেডস্টক থেকে গতিপ্রাপ্ত হয়ে নিয়ন্ত্রিত উপায়ে ফিড রড এবং লিড স্ক্রুকে চালায়। এটি স্পিন্ডলের সঙ্গে আটকানো ওয়ার্কপিসের সাথে একটি নির্দিষ্ট অনুপাতে কাটিং টুলকে চালাতে ব্যবহৃত হয়। কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্সের মাধ্যমে ফিড রড গতি প্রাপ্ত হয়ে রাফ কাট বা ফিনিশ কাটের জন্য প্রয়োজনীয় গতিতে কাটিং টুলকে চালায় এবং লীড স্ক্রু গতি প্রাপ্ত হয়ে প্রয়োজনীয় থ্রেড পিচে, স্ক্রু থ্রেড উৎপন্ন করে। কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্সের গায়ে চার্টে উল্লেখিত ফীড এবং থ্রেড পিচ পাওয়ার জন্য এর মধ্যস্থিত গিয়ারগুলিকে দ্রুত নাড়ানো ও নির্দিষ্ট অবস্থানে একটি লিভারের সাহায্যে সেট করা যায়।



চিত্র-৪.৩০ কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্স

৪.২.৮ ক্যারেজ (Carriage)



চিত্র-৪.৩১ ক্যারেজ

ক্যারেজের উপরিভাগে টুলপোস্ট, স্যাডল, অ্যাপ্রন, ক্রসস্লাইড, কম্পাউন্ডরেস্ট ও কম্পাউন্ডস্লাইড স্থাপিত হয়। বেডের লম্বা লম্বি দিকে ফিড লিড, স্ক্রু রড ও ক্যারেজ হ্যান্ড হুইলের সাহায্যে এটি হেডস্টক ও টেইলস্টকের মাঝে চলাচল করে। এটি টার্নিং টুল বহন করে এবং ওয়ের সাথে সমান্তরাল অথবা সমকোণে টুলের গতিপথ নিয়ন্ত্রণ করে।

৪.২.৯ স্যাডল (Saddle)

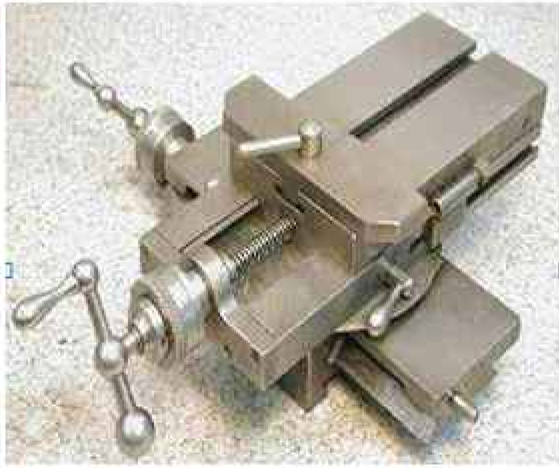
স্যাডল দেখতে ইংরেজি H অক্ষরের ন্যায় যা বেডের উপর অবস্থান করে। স্যাডল বেডের উপরে আড়া-আড়ি ভাবে থাকে। স্যাডলের আড়াআড়ি অংশ বা ক্রসপিস (Crosspiece) এর উপর ক্রস স্লাইড চলাচলের জন্য ডাভটেইল স্লট কাটা থাকে। স্যাডলের উপরে ক্রস স্লাইড ও টুলপোস্ট স্থাপিত হয়।



চিত্র-৪.৩২ স্যাডল

২০১৫

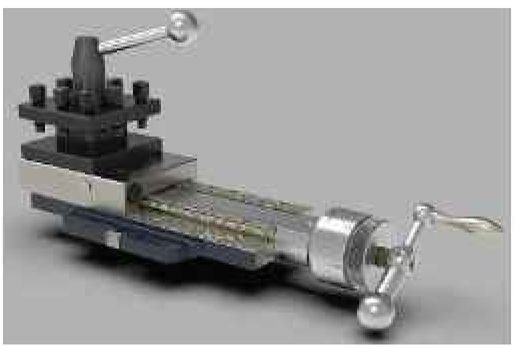
ক্রস স্লাইড (Cross Slide)



ক্রস স্লাইড স্যাডলের উপর ডাভটেইল স্লাইড বার বার আড়া-আড়ি স্লাইড করে চলাচল করে। এটি একটি স্ক্রু এর সাহায্যে ইন্টার্নাল থ্রেড যুক্ত ব্লকের সাথে সংযুক্ত থাকে। ব্লকটির মধ্যে ক্রসস্লাইড বা ক্রস ফীড বা ফীড স্ক্রু কে ঘুরানো হলে এটি চলাচল করে। ফলে ক্রসস্লাইডও চলাচল করে।

চিত্র-৪.৩৩ ক্রস স্লাইড

কম্পাউন্ড রেস্ট (Compound Rest)



কমপাউন্ড রেস্টকে সুইভেল স্লাইড বা সুইভেল প্লেটও বলা হয়। কম্পাউন্ড রেস্টের গোলাকার সারফেস ডিগ্রীতে ভাগ করা থাকে এবং একে প্রয়োজনীয় ডিগ্রীতে ঘুরিয়ে সেট করা যায়। এ ব্যবস্থা টেপার টার্নিং করার জন্য উপযোগী।

চিত্র-৪.৩৪ কম্পাউন্ড রেস্ট

টুল পোস্ট (Tool Post)

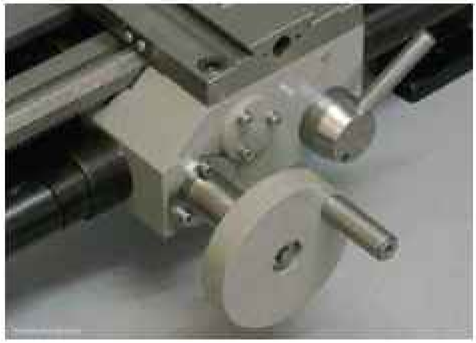
ক্যারেজের সর্বোচ্চ অংশ হলো টুলপোস্ট। টুল ধারণের জন্য টুলপোস্ট ব্যবহৃত হয়। টুলপোস্ট বিভিন্ন আকৃতি ও গঠনের হয়ে থাকে।



চিত্র-৪.৩৫ টুল পোস্ট

অ্যাপ্রন (Apron)

ক্যারেজের নিচের দিকে সামনের অংশকে অ্যাপ্রন বলা হয়। অ্যাপ্রনের মধ্যে একটি গিয়ার ট্রেইন ও ক্লাচ কাজ করে এবং ক্যারেজ ও ক্রস স্লাইডকে অটোমেটিক ফীড পেতে সাহায্য করে। অ্যাপ্রনের সামনে অবস্থিত লিভার অটো ফীড নিয়ন্ত্রণ করতে ব্যবহৃত হয়। অ্যাপ্রনের মধ্যে হাফ নাট কাজ করে এবং বাইরে থেকে হাফ নাট লিভারের সাহায্যে এটিকে লীড স্ক্রুর সাথে সংযুক্ত ও বিযুক্ত করা হয়। কাটিং টুলকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে নিয়ন্ত্রণের জন্য বিভিন্ন লিভার অ্যাপ্রনের মধ্যে থাকে। তাছাড়া এটিকে হাতে চালানোরও ব্যবস্থা থাকে।



চিত্র-৪.৩৬ টুল পোস্ট

মটর (Motor)



চিত্র-৪.৩৭ মটর

মটরকেও লেদ মেশিনের প্রধান অংশ হিসেবে বিবেচনা করা হয়। মটর সকল প্রকার মেশিন টুলের জন্য বৈদ্যুতিক শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত করে এবং ঐ যান্ত্রিক শক্তি দ্বারাই লেদ মেশিন চালিত হয়।

লেদ অপারেশনে বিশেষ সেফটি টুল

লেদ চাক সেফটি গার্ড (Lathe Chuck Safty Guard)



চিত্র-৪.৩৮ লেদ সেফটি গার্ড

লেদ চাক সেফটি গার্ড খুবই গুরুত্ব পূর্ণ একটি বিশেষ ধরনের সেফটি ডিভাইস। লেদ অপারেশনের সময় একজন অপারেটরের খুবই কাছাকাছি এবং বিপদজনক অংশটি হচ্ছে লেদ মেশিনের হেডস্টকের সাথে সংযুক্ত লেদ চাক। ঘূর্ণমান অবস্থায় এই চাকে লেদ অপারেটরের হাত বা কাপড় জড়িয়ে ধরতে পারে। তাই লেদে এজাতীয় গার্ড লাগানো থাকলে অনাকাঙ্খিত দূর্ঘটনা থেকে রক্ষা পাওয়া যায়।

৪.৩ লেদের কন্ট্রোল ডিভাইস, সেটিং ও সেফটি ডিভাইস

৪.৩.১ লেদের কন্ট্রোল ডিভাইসসমূহ

- মেশিন সুইচ (Machine Switch)
- ফীড রিভার্স লিভার (Feed Reverse Lever)
- ফীড রড এন্ড লীড স্ক্রু এনগেজিং লিভার (Feed Rod And Lead Screw Engaging Lever)
- নরটন ব্র্যাকেট লিভার (Norton Bracket Lever)
- অটোমেটিক ফীড চেঞ্জিং লিভার (Automatic Feed Changing Lever)
- ক্যারেজ হ্যান্ড হুইল (Carriage Hand Wheel)
- অটোমেটিক লংগিচুডিনাল ফীড লিভার (Autometic Longitudinal Feed Lever)
- ফীড রড ও লীড স্ক্রু লিভার (Feed Rod And Lead Screw Lever)
- অটোমেটিক ক্রস স্লাইড লিভার (Automatic Cross Slide Lever)
- হাফ নাট লিভার (Half Nut Lever)
- টেইলস্টক অফসেট স্ক্রু (Tailstock Offset Screw)
- টেইলস্টক হ্যান্ড হুইল (Tailstock Hand Wheel)
- টেইলস্টক লকিং লিভার (Tailstock Locking Lever)
- টেইলস্টক স্পিন্ডল লকিং লিভার (Tailstock Spindle Locking Lever)
- টপ/কম্পাউন্ড স্লাইড লিভার (Top/Compound Slide Lever)
- ক্রস স্লাইড লিভার(Cross Slide Lever)
- স্পিন্ডল স্পীড সেটিং লিভার (Spindle Speed Setting Lever)
- স্টার্টিং এন্ড স্টপিং লিভার (Starting and Stopping Lever) ইত্যাদি।

২০২৫

৪.৩.২ লেদের সেটিংসমূহ

- চাক সেটিং (Chuck Setting)
- সেন্টার হাইটে টুল সেটিং (Setting of Tool at Center Height)
- কম্পাউন্ডরেস্ট সেটিং (Compound Rest Setting)
- টেইলস্টক অফসেট সেটিং (Tailstock Offset Setting)
- টপ স্লাইড সেটিং (Top Slide Setting)
- স্যাডল ট্র্যাভার্স ইন্ডিকেটর সেটিং (Saddle Traverse Indicator Setting)
- থ্রেড চেজিং ডায়াল সেটিং (Thread Chasing Dial Setting)
- স্লাইড ফীড স্টপ সেটিং (Slide Feed Stop Setting)
- কাটিং ডেটা সেটিং (Cutting Data Setting)
- কুল্যান্ট সিস্টেম সেটিং (Setting Of Coolant System) ইত্যাদি।

৪.৩.৩ লেদের সেফটি ডিভাইসমূহ

- বেল্ট গার্ড (Belt Guard)
- চেঞ্জ গিয়ার কভার (Change Gear Cover)
- চিপ ট্রে (Chip Tray)
- স্প্ল্যাশ গার্ড (Splash Guard) ইত্যাদি।

৪.৪ লেদ মেশিনের কন্ট্রোল ডিভাইসমূহের কার্যাবলি

মেশিন সুইচ: এই সুইচের সাহায্যে বিদ্যুৎ সরবরাহ লাইনের সাথে লেদ মেশিনের সাথে বিদ্যুৎ সংযোগ নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

ফীড রিভার্স লিভার: স্বয়ংক্রিয় ফীডের দিক পরিবর্তন করার জন্য এই লিভার ব্যবহৃত হয়।

ফীড রড এন্ড লিড স্ক্রু এনগেজিং লিভার: এই অংশটি কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্সের মধ্যে অবস্থিত এবং লীড রডকে পৃথকভাবে গতি প্রদান করতে ব্যবহৃত হয়।

নরটন ব্র্যাকেট লিভার: স্বয়ংক্রিয় ফীডের হার নির্ণয় এবং থ্রেড কাটতে প্রয়োজনীয় থ্রেড পিচ নির্ধারণে ব্যবহৃত হয়।

অটোমেটিক ফীড চেঞ্জিং লিভার: এই লিভার স্বয়ংক্রিয় ফীডের গতি বাড়াতে ও কমাতে ব্যবহৃত হয়।

ক্যারেজ হ্যান্ড হুইল: ক্যারেজকে বেডের উপর হাতে চালানোর জন্য ক্যারেজ হ্যান্ড হুইল ব্যবহৃত হয়।

অটোমেটিক লংগিচুডিনাল ফীড লিভার

বেডের উপর ক্যারেজকে লম্বালম্বি অর্থ্যাৎ স্পিন্ডলের অক্ষের সমান্তরালভাবে চালানোর জন্য ব্যবহৃত হয়। উল্লেখ্য ফীড রড চালু থাকলেই শুধু এই লিভার কাজ করে।

ফীড রড ও লীড স্ক্রু এর গতি স্থানান্তর লিভার

এই অংশটি এপ্রোনের মধ্যে অবস্থিত। ঘুরন্ত ফীড রড ও লীড স্ক্রু এর গতি স্থানান্তর অর্থাৎ কাটিং টুলকে শুধু ফীড দেওয়া হবে নাকি থ্রেড কাটতে ব্যবহার করা হবে তা নির্দিষ্ট করে পরবর্তীতে স্বয়ংক্রিয় ফিড লিভার অথবা হাফ নাট সংযোগের মাধ্যমে কাজ সম্পাদন করতে ব্যবহৃত হয়।

অটোমেটিক ক্রস স্লাইড লিভার

এটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে ক্রস ফিড দেয়ার কাজে ব্যবহৃত হয়।

হাফ নাট লিভার

থ্রেড কাটার জন্য হাফ নাটকে লিড স্ক্রু-এর সাথে সংযুক্ত বা বিযুক্ত করতে এই লিভার ব্যবহৃত হয়।

টেইলস্টক স্ক্রু

টেইলস্টক-এর বেস বেডের কী-ওয়ের মাধ্যমে সংযুক্ত থাকে। টেইলস্টকের উপরের অংশের দুই পার্শ্বে অবস্থিত দু'টি স্ক্রু এর সাহায্যে টেইলস্টক ও বেডের সংযোগ প্রয়োজন অনুযায়ী ঢিলা বা টাইট করা হয়। এই দু'টি স্ক্রুকে টেইলস্টক অফসেট স্ক্রু বলে এবং টেইলস্টক হেডস্টকের স্পিন্ডলের অক্ষ থেকে বেডের সমান্তরাল সমতলে সরানোর জন্য এই স্ক্রুদ্বয় ব্যবহৃত হয়।

টেইলস্টক হ্যান্ড হুইল

এটা চাবি ও নাটের সাহায্যে টেইলস্টক স্ক্রুর প্রান্তে সেট করা থাকে এবং টেইলস্টক স্ক্রুকে ঘুরাতে ব্যবহৃত হয়। যার ফলে টেইলস্টক স্পিন্ডল আগে পিছে আসা যাওয়া করে।

টেইলস্টক স্পিন্ডল লকিং লিভার

টেইলস্টক স্পিন্ডলের চলাচল করতে বা লক করতে এটা ব্যবহৃত হয়।

টেইলস্টক লকিং লিভার

টেইলস্টককে নির্দিষ্ট স্থানে লক করতে বা আটকিয়ে রাখতে টেইলস্টক লকিং লিভার ব্যবহৃত হয়।

কম্পাউন্ড স্লাইড লিভার

কম্পাউন্ড স্লাইড স্ক্রুকে ঘুরানোর জন্য এই লিভার ব্যবহৃত হয়। এটিকে ঘুরালে কম্পাউন্ড স্লাইড আগে পিছে আসা যাওয়া করে।

ক্রস স্লাইড লিভার

ক্রস স্লাইড স্ক্রুকে ঘুরানোর জন্য এই লিভার ব্যবহৃত হয়। এটিকে ঘুরালে ক্রস স্লাইড স্যাডলের আড়াআড়ি অংশের উপর সামনে পিছনে আসা যাওয়া করে।

স্পিন্ডল স্পীড সেটিং লিভার

মেশিনে প্রয়োজনীয় ঘূর্ণন গতি (RPM) সেট করতে স্পিন্ডল স্পীড সেটিং লিভার ব্যবহৃত হয়।

স্টার্টিং লিভার

মেশিন স্পিন্ডল চালু বা বন্ধ করতে এটা ব্যবহৃত হয়।

২০২৫

৪.৫ লেদ-ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইস এবং এর ব্যবহার

৪.৫.১ লেদ-ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসসমূহ

- থ্রী 'জ' সেলফ্ সেন্টারিং চাক (Three Jaw Self Centering Chuck)
- ফোর 'জ' ইনডিপেন্ডেন্ট চাক (Four Jaw Independent Chuck)
- ফেস প্লেট (Face Plate)
- ড্রাইভ প্লেট (Drive Plate)
- কলেট চাক (ড্র-বারসহ) (Collet Chuck With Draw Bar)
- ম্যাগনেটিক চাক (Magnetic Chuck)
- স্টেডি রেস্ট (Steady Rest)
- ফলোয়ার রেস্ট (Follower Rest)
- লেদ ডগ (Lathe Dog) ইত্যাদি।

৪.৫.২ লেদ-ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসসমূহের ব্যবহার

থ্রী 'জ' সেলফ্ সেন্টারিং চাক

এ ধরনের চাক লেদ মেশিনে সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়। এটি **থ্রী 'জ' চাক** চাক নামে বেশি পরিচিত। যখন চাক কী ঘুরানো হয় তখন এই চাকের তিনটি 'জ' ই একত্রে চাকের কেন্দ্রের দিকে বা বিপরীত দিকে অগ্রসর হয়। স্বয়ংক্রিয়ভাবে চাকের 'জ' তিনটি উহার কেন্দ্রের সাথে সব সময় সমান দূরত্ব বজায় রাখে এবং এক সাথে কেন্দ্রে এসে মিলিত হয়। এ জন্য এ চাককে থ্রী 'জ' সেলফ্ সেন্টারিং চাক বলা হয়। বেলনাকৃতি



চিত্র-৪.৩৯ থ্রী 'জ' সেলফ্ সেন্টারিং চাক

(Cylindrical) ও ষড়ভূজাকার কার্যবস্তুকে টার্নিং এর জন্য লেদ মেশিনে আটকাতে এরূপ চাকের ব্যবহার খুবই সুবিধাজনক ও সহজ।

ফোর 'জ' ইনডিপেন্ডেন্ট চাক

সংক্ষেপে একে ফোর 'জ' চাক বলা হয়। এরূপ চাকের চারটি 'জ'কেই চাক-কী দ্বারা আলাদা আলাদাভাবে চালনা করা যায়। এ জন্য একে ফোর 'জ' ইনডিপেন্ডেন্ট চাক বলা হয়। প্রতিটি 'জ' স্বাধীন ও স্বনিয়ন্ত্রিত বলে এই চাক অসম আকৃতির কার্যবস্তুকে বাঁধার জন্য ব্যবহার করা হয়। এই চাকে বেঁধে কোন কার্যবস্তুকে বিকেন্দ্রিকভাবে টার্নিং করা যায়। এ ছাড়া গোলাকার, বর্গাকার ও আয়তাকার আকৃতির বিভিন কার্যবস্তুকে ধরতে এ চাক ব্যবহার করা হয়।



চিত্র-৪.৪০ ফোর-'জ' ইনডিপেন্ডেন্ট চাক

ফেসপ্লেট (Faceplate)

ফেসপ্লেট এক প্রকার বিশেষ হোল্ডিং ডিভাইস। যে সকল অনিয়মিত আকারের কার্যবস্তুকে লেদ চাকে বাঁধা যায় না, সেগুলোকে ফেসপ্লেটে ক্ল্যাম্পের সাহায্যে আটকিয়ে লেদে মেশিনিং অপারেশন সম্পন্ন করা হয়। ফেসপ্লেটে কতগুলো স্লট কাটা থাকে, এ স্লটের মাধ্যহে কার্যবস্তুকে আটকানো হয়।



চিত্র-৪.৪১ ফেসপ্লেট

ড্রাইভ প্লেট

ড্রাইভ প্লেট এক প্রকার বিশেষ হোল্ডিং ডিভাইস যাতে কয়েকটি স্লট কাটা থাকে এবং এই স্লটগুলোর মধ্যে একটি খোলামুখ বিশিষ্ট হয়ে থাকে। লেদ অপারেশনে কার্যবস্তুকে বাঁধতে লেদ ডগ প্রয়োজন হলে সেখানেই ড্রাইভ প্লেট ব্যবহার করা হয়। ড্রাইভ প্লেট ব্যতীত লেদ ডগ বাঁধা যায় না।



চিত্র-৪.৪২ ড্রাইভ প্লেট

কলেট চাক (Collet Chuck)

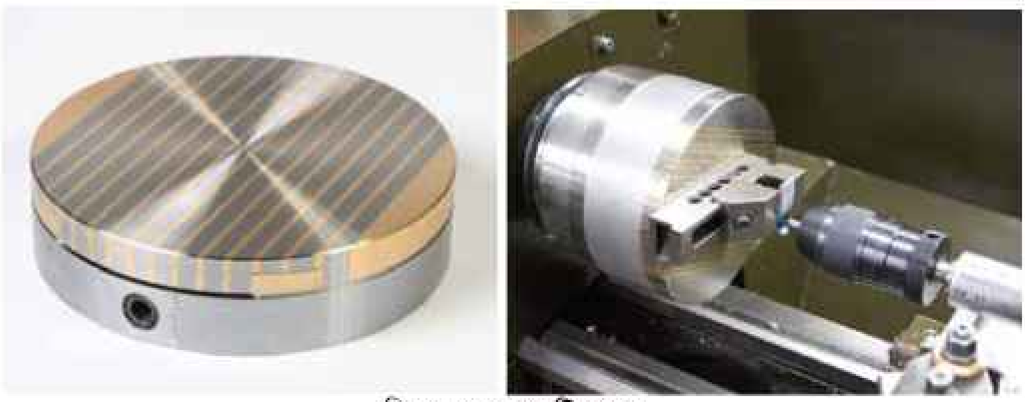
কলেট চাক এক প্রকার বিশেষ হোল্ডিং ডিভাইস। হাই প্রিসিশন মেশিনিং কাজে এটি ব্যবহার করা হয়। বিশেষ করে সিএনসি লেদ মেশিনে বেশি ব্যবহৃত হয়। এর সাহায্যে ক্ষুদ্র এবং মসৃণ তল বিশিষ্ট সিলিন্ড্রিক্যাল ওয়ার্কপিস বাঁধা হয়। কলেট চাক অনেক সাইজের হয়ে থাকে। কলেট চাক ব্যবহার করার সময় একটি ড্র বার এবং লেদ স্পিন্ডল বোরে একটি রিডিউসিং সকেটের প্রয়োজন হয়। ওয়ার্কপিসসহ কলেটকে রিডিউসিং সকেটে স্থাপন করে স্পিন্ডলের পিছনের দিক থেকে ড্র বারকে টাইট দিয়ে ওয়ার্কপিস দৃঢ়ভাবে আটকানো হয়।



চিত্র-৪.৪৩ কলেট চাক

ম্যাগনেটিক চাক (Megnatic Chuck)

ম্যাগনেটিক চাক লৌহজাত ক্ষুদ্র ও সূক্ষ্ম কার্যবস্তুকে ধরতে ব্যবহৃত হয়। এমন অনেক কার্যবস্তু আছে যেগুলিকে কোনভাবেই সাধারণ চাকে বাঁধা যায় না বা মসৃনতা নষ্ট হওয়ার সম্ভবনা থাকে, সেক্ষেত্রে এ ধরনের চাক ব্যবহার করা হয়।



চিত্র-৪.৪৪ ম্যাগনেটিক চাক

স্টেডি রেস্ট (Steady Rest)

যখন লম্বা ও মোটা প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট কার্যবস্তু হেডস্টক স্পিন্ডল বোরের মধ্য দিয়ে অতিক্রম করে না, কিন্তু এর তলে বা প্রান্তে লেদ অপারেশনের প্রয়োজন হয়; তখন ওয়ার্কপিস বাঁধতে স্টেডি রেস্ট ব্যবহৃত হয়। এতে

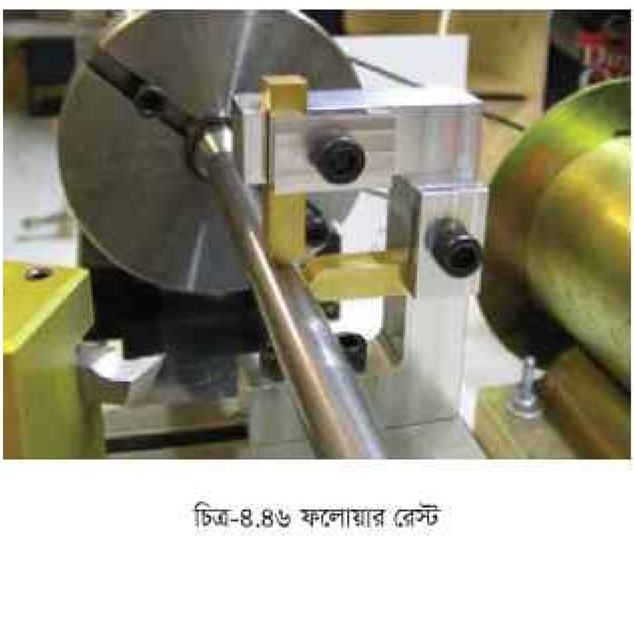
তিনটি সমন্বয় যোগ্য বা অ্যাডজাস্টেবল 'জ' থাকে। ওয়ার্কপিসকে সেন্টারিং করার পর 'জ'গুলিকে সঠিকভাবে টাইট দেয়া যায়।



চিত্র-৪.৪৫ স্টেডি রেস্ট

ফলোয়ার রেস্ট (Follower Rest)

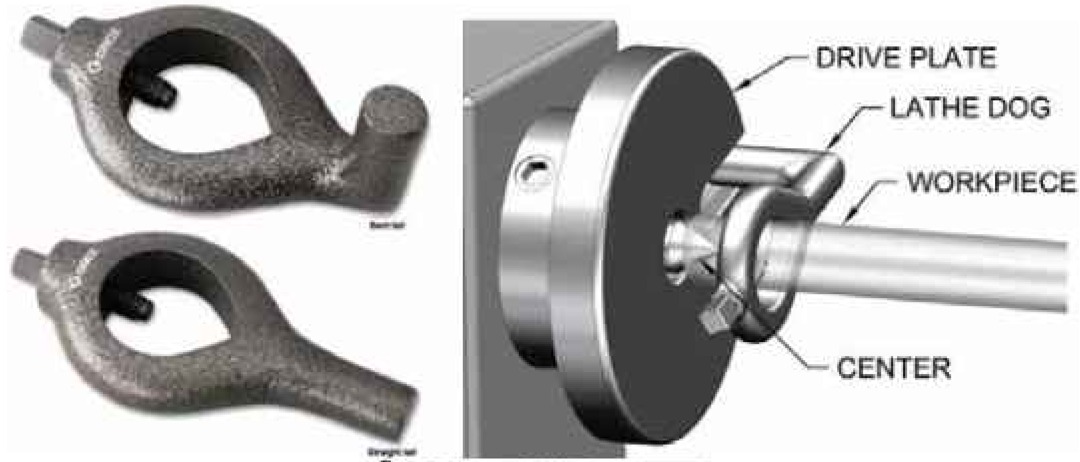
লম্বা ও কম ব্যাস বিশিষ্ট ওয়ার্কপিস টার্নিং করতে কাটিং টুলের চাপে ওয়ার্কপিস যাতে বাঁকা হয়ে না যায় তার জন্য ফলোয়ার রেস্ট ব্যবহৃত হয়। ফলোয়ার রেস্টকে কাটিং টুলের বিপরীতে ক্যারেজের সাথে সেট করা হয় এবং যত্ন সহকারে এর সমন্বয় যোগ্য 'জ' দু'টিকে সমন্বয় করার পর ভালভাবে টাইট দেওয়া হয়।



চিত্র-৪.৪৬ ফলোয়ার রেস্ট

লেদ ডগ (Lathe Dog)

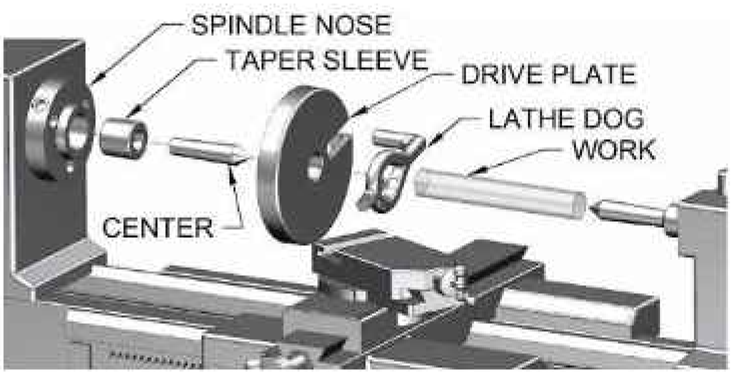
এটি এক প্রকার ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইস এবং যখন লাইভ সেন্টার ও ডেড সেন্টারের মাঝে ওয়ার্কপিস বেঁধে টার্নিং করা হয় তখন লেদ ডগ ব্যবহৃত হয়। কার্যবস্তুকে লেদ ডগের ছিদ্র বা স্লটের মধ্যে ঢুকিয়ে সেট স্ক্রু দ্বারা আটকানো হয়। লেদ ডগের মাধ্যমে কার্যবস্তুকে ঘুরানোর জন্য উহার টেইলকে ড্রাইভ প্লেটের মধ্যে স্থাপন করে আটকাতে হয়। ড্রাইভ প্লেট স্পিন্ডলের মুখে দৃঢ়ভাবে আটকানো থাকে। ফলে মেশিন চালু করলে স্পিন্ডল ড্রাইভ প্লেটকে ঘুরায় এবং উহার মাধ্যমে লেদ ডগ কার্যবস্তুকে ঘুরায়।



চিত্র-৪.৪৭ লেদ ডগ ও তার ব্যবহার

লেদ সেন্টার (Lathe Center)

লেদ সেন্টার একটি বিশেষ ধরনের টুল যা দিয়ে কার্যবস্তুকে সহজেই লেদ অক্ষের সাথে মিলিয়ে অল্প সময়ে সেন্টারিং করা যায়। লেদ সেন্টার ব্যবহার করে ৬০° থেকে ৭০° ডিগ্রী কোণ পর্যন্ত কার্যবস্তুকে অ্যালাইন করে সেট করা করা যায়। চাক ব্যবহার না করে স্পিন্ডল নোজের মধ্যে টেপার স্লিপে লেদ সেন্টারটি ড্রাইভ প্লেটের মধ্যে দিয়ে লেদ ডগের সাহয্যে কার্যবস্তুর সেন্টারে অ্যালাইন করা হয়।



চিত্র-৪.৪৮ লেদ সেন্টার

২০২৫

ড্রিল চাক (Drill Chuck)

লেদ ড্রিল চাকে কাউন্টার ড্রিল বা বোরিং কাজে টুইস্ট ড্রিলও ব্যবহার করা যায়। ড্রিল চাকের টেপার শ্যাঙ্ক অংশটি টেইল স্টকের স্পিন্ডলের মধ্যে পুশ ফিট করে লাগানো হয়। কার্যবস্তুকে চাকে বেধে ড্রিল চাকের কাটিং টুল বেঁধে কাজ সম্পন্ন করা হয়। লম্বা ধরনের কার্যবস্তুতে মেশিনিং করতে হলে টেইল স্টক বাঁধার জন্য কাউন্টার ড্রিল করে নিতে হয়।



চিত্র-৪.৪৯ লেদ ড্রিল চাক

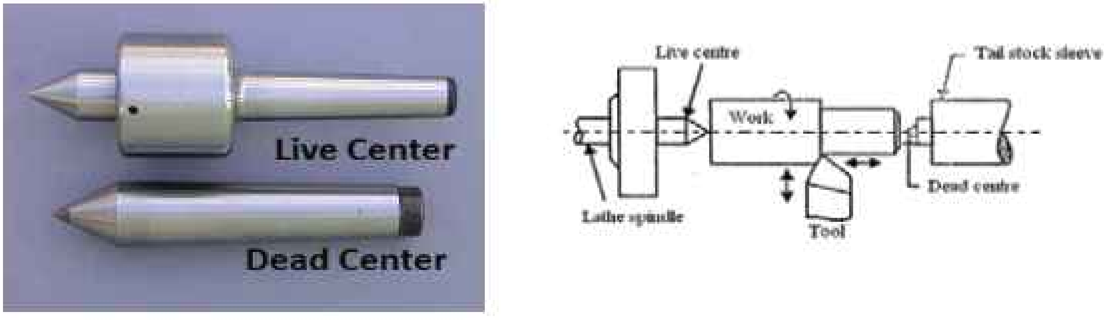
বল বিয়ারিং সেন্টার (Ball Bearing Center)


চিত্র-৪.৫০ বল বিয়ারিং সেন্টার

বল বিয়ারিং সেন্টার একটি বিশেষ ধরনের টুল এটি লেদ অপারেশনে লম্বা কার্যবস্তুতে মেশিনিং অপারেশন যেমন- টার্নিং, স্টেপ টার্নিং, নার্লিং ইত্যাদি অপারেশনের সময় এল্যাইনমেন্ট ঠিক রাখতে সাহায্যে করে। এর সাপোর্ট অংশটি বল বিয়ারিং মেকানিজমের মাধ্যমে কাজ করে বিধায় এটিকে বল বিয়ারিং সেন্টার বলা হয়। কোন প্রকার ঘর্ষণ না হওয়ার কারণে এটি সহজে নষ্ট হয় না।

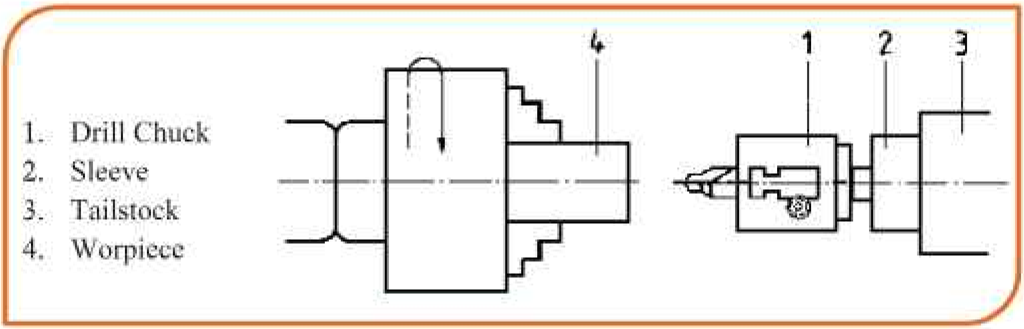
লাইভ অ্যান্ড ডেড সেন্টার (Live & Dead Center)

যে সেন্টার টুলটি কার্যবস্তুর সাথে ঘুরে তাহাই লাইভ সেন্টার এবং যে সেন্টার টুলটি কার্যবস্তুর ঘূর্ণনের সাথে ঘুরে না সেটিই ডেড সেন্টার। লেদ মেশিন অপারেশনে লাইভ সেন্টারটি হেডস্টকের দিকে এবং ডেড সেন্টারটি টেইলস্টকের দিকে বেশি ব্যবহৃত হয়। তবে কাজের ধরণ অনুসারে অনেক সময় এর ব্যতিক্রমও ঘটে।



চিত্র-৪.৫১ (ক) লাইভ অ্যান্ড ডেড সেন্টার

২০২৫



চিত্র-৪.৫১ (খ) কাউন্টার সিংকিং

৪.৬ লেদ অপারেশন কাটিং টুল্‌স

লেদ অপারেশনে কাটিং টুলসমূহ-

- টার্নিং টুল (Turning Tool)
- বোরিং টুল (Boring Tool)
- চেম্ফারিং টুল (Chamfering Tool)
- নার্লিং টুল (Knurling Tool)
- পার্টিং অফ টুল (Parting off Tool)
- থ্রেড কাটিং টুল (Thread Cutting Tool)
- ফেসিং টুল (Facing Tool)
- গ্রুভিং টুল (Grooving Tool) ইত্যাদি।

কাউন্টারসিংকিং (Countersinking)

কাউন্টারসিংকিং এমন এক ধরনের মেশিনিং অপারেশন যার মাধ্যমে কোনো ছিদ্রের প্রান্তে ভী আকৃতির প্রান্ত তৈরি করা হয়।



চিত্র-৪.৫২ কাউন্টারসিংকিং

৪.৭ লেদ অপারেশনে কাটিং স্পীড, ফীড ও ডেপথ অব কাট

৪.৭.১ কাটিং স্পীড (Cutting Speed)

ঘুরন্ত কার্যবস্তুর পরিধির উপর একটি বিন্দু প্রতি মিনিটে সরলরেখায় যে দূরত্ব অতিক্রম করে, তাকে কাটিং স্পীড বলা হয়। অর্থাৎ কার্যবস্তুটির বাহিরের পরিধির একটি বিন্দু এক মিনিটে যত পাক ঘুরে, সেই কয়েক পাক যদি একটি সমতল ভূমির উপর গড়ায়; তাহলে কার্যবস্তুটির উপরের একটি বিন্দু একটি সরলরেখায় যত মিটার দূরত্ব এগিয়ে যায়, তাকে কাটিং স্পীড বলে। একে অন্যভাবেও বলা যায় যে, যদি চিপস্ না কেটে একটানা টার্নিং করা সম্ভব হয়, তাহলে এক মিনিটে যত মিটার লম্বা চিপস্ কাটবে তাকে কাটিং স্পীড বলে। কাটিং স্পীড হলো- কার্যবস্তুর সারফেস স্পীড, যা প্রতি মিনিটে কাটিং টুলকে অতিক্রম করে। কাটিং স্পীডের একক মেট্রিক পদ্ধতিতে মিটার/মিনিট এবং ব্রিটিশ পদ্ধতিতে ফুট/মিনিট।

কাটিং স্পীড নির্ণয়ের সূত্র হলো−

কাটিং স্পীড $$CS = \frac{\pi DN}{1000}$$

অর্থাৎ $$N = \frac{1000 \times CS}{\pi D}$$

যখন-

D = কার্যবস্তুর ব্যাস (মিমি)

N = RPM (প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা)

π = ৩.১৪১৬

এসো নিজে করি

তোমাকে ২৫ মিমি ব্যাস বিশিষ্ট একটি শ্যাফ্‌ট দিয়ে বলা হলো এটিকে টার্নিং করে নিয়ে আসো। তুমি যদি লেদ মেশিনে প্রতি মিনিটে ৫০ মিটার কাটিং স্পীড দিয়ে টার্নিং করতে চাও তাহলে শ্যাফটি প্রতি মিনিটে কতবার ঘুরবে হিসাব করে বের করো?

সমাধান

এখানে, কাটিং স্পীড CS = 50 মিটার/মিনিট

শ্যাফ্‌ট এর ব্যাস D = 25 মিমি

আমরা জানি

প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা $$N = \frac{1000 \times CS}{\pi D}$$

$$= \frac{1000 \times 50}{3.1416 \times 25}$$

$$= 637$$

নির্ণেয় প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা বা RPM = 637 (উত্তর)

সাধারণত বিভিন্ন অপারেশনের জন্য ব্যবহৃত কাটিং টুলের পদার্থ এবং কার্যবস্তুর ধাতু এ দু'টি বিষয় বিবেচনা করে চার্ট কাটিং স্পীড নির্ধারণ করতে হয়। পরবর্তীতে কার্যবস্তুর ব্যাস বিবেচনা করে প্রতি মিনিটের ঘূর্ণন সংখ্যা নির্ণয় করতে হয়।

৪.৭.২ ফিড (Feed)

ওয়ার্কপিসের সারফেস বরাবর উহার প্রতি ঘূর্ণনে কাটিং টুলের ডানে বা বামে অগ্রসরের হারকে ফিড বলা হয়। ইহা ওয়ার্কপিসের প্রতি পাকের জন্য মিলিমিটারে প্রকাশিত হয়। কার্যবস্তুর ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে কাটিং টুল যে দিকে সরে উহা অনুসারে ফীড তিন প্রকারের হয়। যথা–

- লম্বা লম্বি ফীড (Longitudinal Feed)– অর্থাৎ ঘূর্ণন অক্ষের সমান্তরাল ফীড।
- আড়াআড়ি ফীড (Crosswise Feed)– অর্থাৎ ঘূর্ণন অক্ষের সমকোণে ফীড।
- কৌণিক ফীড (Angular Feed) – অর্থাৎ ঘূর্ণন অক্ষের সাথে স্বল্প কোণে ফীড।

৪.৭.৩ কাটিং ফীড (Cutting Feed)

লেদ এর স্পিন্ডল একবার ঘূর্ণনে কাটিং টুল বাম বা ডান দিকে যে পরিমাণ সরে ঐ দৈর্ঘ্যকে ইহার কাটিং ফিড বলে।

গাণিতিকভাবে, কাটিং ফীড $F = \frac{L}{N}$

এখানে L = কাটিং টুলের প্রতি মিনিটের দৈর্ঘ্য অতিক্রমণ এবং N = স্পিন্ডলের প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা বা R.P.M

উদাহরণ-১

একটি লেদ-এর স্পিন্ডল প্রতি মিনিটে ২৬০ বার ঘুরে। কোন একটি কার্যবস্তুকে টার্নিং করার সময় কাটিং টুলটি যদি প্রতি মিনিটে ৪.২ মিমি সরে তাহলে কাটিং ফীড কত হবে?

সমাধান

আমরা জানি

কাটিং ফিড, $F = \frac{L}{N}$

এখানে

কাটিং টুলের প্রতি মিনিটের দৈর্ঘ্য অতিক্রমণ L = 4.2 মিমি

স্পিন্ডলের প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা N = 260

∴ কাটিং ফিড, $F = \dfrac{4.2}{260} = 0.016$ মিমি (**উত্তর**)

উদাহরণ-২

২৪ সেমি দীর্ঘ একটি শ্যাফ্‌টকে ০.৪ মিমি কাটিং ফিড প্রয়োগ দ্বারা ৬ মিনিটে টার্নিং করতে হলে, প্রতি মিনিটে লেদ স্পিন্ডলকে কতবার ঘুরাতে হবে?

সমাধান

আমরা জানি,

কাটিং ফীড $F = \dfrac{L}{N}$

এখানে,
কাটিং ফীড F = ০.৪ মিমি/ঘূর্ণন
কাটিং টুলের প্রতি মিনিটে অতিক্রমণ দৈর্ঘ্য L বের করতে হবে
স্পিন্ডলের প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা N = ?

∴ স্পিন্ডলের প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা $N = \dfrac{L}{F} = \dfrac{40}{0.4} = 100$ RPM (উত্তর)

৪.৭.৩ ডেপথ অফ কাট (Depth of Cut)

টার্নিং এর ক্ষেত্রে ডেপথ অফ কাট বলতে টার্নিং এর ফলে উৎপন্ন তল এবং পূর্ববর্তী তলের লম্ব দূরত্বকে বোঝায়। অর্থাৎ কার্যবস্তুর ব্যাস এবং একটি সিঙ্গেল কাট টার্নিং এর ফলে সৃষ্ট ব্যাসের পার্থক্যের অর্ধেককে ডেপথ অফ কাট হিসাবে বিবেচনা করা হয়। ডেপথ অব কাটকে কোপের গভীরতা বলা হয়।

৪.৭.৪ বিভিন্ন অপারেশনের জন্য প্রয়োজনীয় RPM নির্ণয়

উল্লেখিত নিয়মে RPM নির্ণয় শুধুমাত্র স্ট্রেইট টার্নিং এর জন্য প্রযোজ্য। এই RPM কে স্বাভাবিক RPM হিসাবে বিবেচনা করা হয় এবং নিম্নে উল্লেখিত উপায়ে অন্যান্য অপারেশনের RPM নির্ণয়ে ইহা ব্যবহৃত হয়।

- থ্রেড কাটতে স্বাভাবিক RPM এর এক চতুর্থাংশ ব্যবহৃত হয়;
- নার্লিং এর ক্ষেত্রে স্বাভাবিক RPM এর অর্ধেক ব্যবহৃত হয়;
- ফেসিং এর ক্ষেত্রে স্বাভাবিক RPM এর ১.৫ গুণ ব্যবহৃত হয়;
- সেন্টার ড্রিলিং এর ক্ষেত্রে স্বাভাবিক RPM এর ১.৩৩ গুণ ব্যবহৃত হয়;
- পার্টিং, সোল্ডারিং, গ্রুভিং প্রভৃতি অপারেশনের জন্য স্বাভাবিক RPM এর অর্ধেক ব্যবহৃত হয়।

৪.৭.৪ কার্যবস্তু অনুযায়ী কাটিং স্পীড, ফীড ও ডেপ্থ অব কাট অনুপাত

ওয়ার্কপিস মেটেরিয়াল	কাটিং স্পীড (মিটার/মিনিট)		
	রাফিং কাট ফীড (০.০২৫-০.০৫) মিমি	ফিনিশিং কাট ফীড (০.০০৫-০.০২৫) মিম	স্ক্রু-থ্রেড কাটিং
মাইল্ড স্টিল	১৫ – ৩০	৬০ – ৯০	১০
মিডিয়াম কার্বন স্টিল	১০ – ২০	৩৫ – ৬০	৮
হাই কার্বন স্টিল	১০ – ১৫	২৫ – ৪৫	৬
গ্রে কাস্ট আয়রন	১৫ – ৩০	৪০ – ৬৫	৮
শক্ত কাস্ট আয়রন	১০ – ২০	৩৫ – ৬০	
ব্রাস	১৫ – ৩০	৫০ – ৮০	১৫
ব্রোঞ্জ	১৫ – ৩০	৫০ – ৮০	৮
কপার	১৫ – ৩০	৫০ – ৮০	৮
অ্যালুমিনিয়াম	১৩০	২৩০	১৫

ফীড এবং ডেপথ অফ কাট		
কাটের প্রকৃতি	রাফিং কাট	ফিনিশিং কাট
ফিড (মিমি/ঘূর্ণন)	০.০২৫-০.০৫	০.০০৫-০.০২৫
ডেপথ অব কাট	ফিডের ৫ গুণ	ফিডের ৫ গুণ

৪.৭.৫ কার্যবস্তু অনুযায়ী টুল জিওমেট্রি অনুপাত

জব মেটেরিয়াল	ব্যাক র‍্যাক অ্যাঙ্গেল	সাইড র‍্যাক অ্যাঙ্গেল	সাইড ক্লিয়ারেন্স অ্যাঙ্গেল	ফ্রন্ট ক্লিয়ারেন্স অ্যাঙ্গেল	সাইড এজ অ্যাঙ্গেল	ফ্রন্ট কাটিং এজ অ্যাঙ্গেল
স্টিল (শক্ত)	১০-১৫	৬-১৫	৬-১০	৮-১৫	১০-২০	১৫-৩০
স্টিল (নরম)	১৫-২০	৬-১৫	৬-১০	৮-১৫	১০-২০	১৫-৩০
কাস্ট আয়রন (শক্ত)	০-৬	৬-১৫	৬-১০	৮-১৫	১০-২০	১৫-৩০
কাস্ট আয়রন (নরম)	০-৮	৬-১৫	৬-১০	৮-১৫	১০-২০	১৫-৩০
ব্রাস ও ব্রোঞ্জ	০-১০	০-১০	৬-১০	৮-১৫	১০-২০	১৫-৩০
কপার	২০-১৫	৬-১৫	৬-১০	৮-১৫	১০-২০	১৫-৩০
অ্যালুমিনিয়াম	১০-৩০	৬-১৫	৬-১০	৮-১৫	১০-২০	১৫-৩০

১০২৫

৪.৮ লেদ মেশিনের বিভিন্ন অপারেশনসমূহ

লেদ মেশিনের বিভিন্ন অপারেশনের বিবরণ দেয়া হলো:

৪.৮.১ ফেসিং বা ফেস টার্নিং (Facing or Face Turning)

ওয়ার্কপিসের প্রান্তকে উহার অক্ষের সাথে সমকোণে সমতল করার জন্য মেশিনিং পদ্ধতি হলো ফেসিং বা ফেস টার্নিং। চাকে, উভয় সেন্টারের মাঝে, ফেস প্লেটে, কলেটে বাঁধা অবস্থায় অথবা স্টেডি রেস্ট দ্বারা সাপোর্ট দেওয়া অবস্থায় ফেসিং করা হয়। ফেসিং করার উদ্দেশ্য হলো ওয়ার্কপিসের প্রান্তকে উহার অক্ষের সাথে স্কয়্যার ও মসৃণ করা এবং এর দৈর্ঘ্যকে সঠিক মাপে আনা।

দু'টি পদ্ধতিতে ফেসিং করা হয়। ওয়ার্কপিসের কেন্দ্র হতে বাহিরের দিকে এবং বাহির হতে কেন্দ্রের দিকে। কেন্দ্র হতে বাহিরের দিকে ফেসিং করা অধিক মসৃণ হয়; কিন্তু এই নিয়মে ফেসিং করা কঠিন, কারণ কাটিং টুল পিছলিয়ে যায়। বাহির হতে কেন্দ্রের দিকে ফেসিং করা অধিক সুবিধাজনক এবং এতে হেভী কাট দেওয়া যায়। ফেসিং করার জন্য কাটিং টুলকে অবশ্যই ৩°–৫° এন্টারিং অ্যাঙ্গেল সহ সেন্টার হাইটে বেঁধে নিতে হয়। যদি কাটিং টুলকে ওয়ার্কপিসের সেন্টার হতে নিচে অথবা উপরে বাঁধা হয় তবে গ্যাপ থেকে যায়। ওয়ার্কপিসের কেন্দ্রের পূর্বে এবং কেন্দ্র পর্যন্ত কাটিং টুল দ্বারা ফেসিং সম্ভব। যদি কাটিং টুল ওয়ার্কপিসের কেন্দ্র অতিক্রম করে যায় তবে ফেসিং নষ্ট হয়ে যাবে।



চিত্র-৪.৫৩ ফেসিং বা ফেস টার্নিং

৪.৮.২ সেন্টার ড্রিলিং (Centre Drilling)



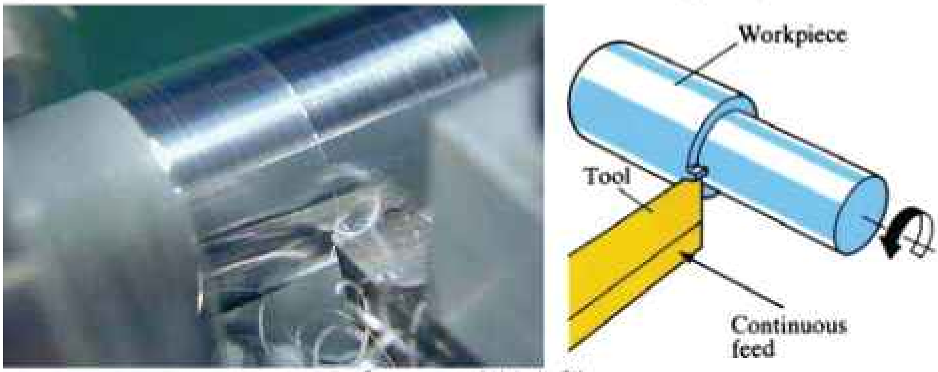
চিত্র-৯.৫৪ সেন্টার ড্রিলিং

সেন্টার ড্রিলিং হলো একই অপারেশনে ওয়ার্কপিসের প্রান্তে ড্রিলিং এবং কাউন্টারসিংকিং। এর জন্য যে কাটিং টুল ব্যবহৃত হয় তাকে সেন্টার ড্রিল বলা হয়। অল্প পরিমাণ বাইরে রেখে ছোট ওয়ার্কপিসকে তিন 'জ' বিশিষ্ট চাকে বেঁধে সেন্টার ড্রিলিং করা হয়। সেন্টার ড্রিলকে ড্রিল চাকে ধরে টেইলস্টক স্পিন্ডলে সেট করা হয়। টেইলস্টক স্পিন্ডলকে হাত দ্বারা অগ্রসর করিয়ে ওয়ার্কপিসের

মধ্যে সেন্টার ড্রিলকে ঢুকানো হয়। যখন লম্বা ওয়ার্কপিসকে সেন্টার ড্রিলিং করা হয়, তখন উহার এক প্রান্ত চাকে বাঁধা হয় এবং অপর প্রান্ত স্টেডিরেস্ট দ্বারা সাপোর্ট দেওয়া হয়।

৪.৮.৩ স্ট্রেইট টার্নিং (Straight Turning)

স্ট্রেইট টার্নিং হলো একটি সাধারণ লেদ অপারেশন; যাতে সম-ব্যাস বিশিষ্ট সিলিন্ড্রিক্যাল বা নলাকার ওয়ার্কপিস তৈরি করা যায়। নির্দিষ্ট ডেপথ অব কাট সহ ঘুরন্ত ওয়াকপিসের সারফেস বরাবর নির্দিষ্ট হারে কাটিং টুলকে এগিয়ে স্ট্রেইট টার্নিং অপারেশন সম্পন্ন করা হয়। চাকে, উভয় সেন্টারের মাঝে এবং কলেটে বাঁধা অবস্থায় অথবা স্টেডিরেস্ট ও ফলোয়ার রেস্ট দ্বারা সাপোর্ট দেওয়া অবস্থায় স্ট্রেইট টার্নিং করা হয়।



চিত্র-৪.৫৫ স্ট্রেইট টার্নিং

লম্বা দৈর্ঘ্যের উপর টার্নিং করতে যদি চাকে বাঁধা অংশ ছোট হয়, তাহলে ওয়ার্কপিস একদিকে সরে যেতে পারে। এ ধরনের সরে যাওয়া এড়াতে হলে ওয়ার্কপিসকে ডেড সেন্টার দিয়ে সাপোর্ট দিতে হয়। উভয় সেন্টারের মাঝে টার্নিং করতে সেন্টারদ্বয় একই রেখায় আছে কি না তা পরীক্ষা করে নিতে হয়। যদি ডেড সেন্টার অফসেট অবস্থায় থাকে তবে ওয়ার্কপিস টেপার হয়। স্ট্রেইট টার্নিং দুই প্রকার-

- রাফ টার্নিং
- ফিনিশিং টার্নিং।

রাফ টার্নিং-এ অল্প সময়ে ওয়ার্কপিস হতে অধিক পরিমাণে মেটেরিয়্যাল অপসারণ করা হয়। রাফ টার্নিং-এর জন্য সারফেস ফিনিশ এবং সূক্ষ্মতা গুরুত্বপূর্ণ নয়। এতে গভীর ডেপথ অব কাট এবং মোটা ফিড প্রয়োজন।

রাফ টার্নিং এর জন্য বিবেচ্য বিষয়গুলো হলো–

- ওয়ার্কপিসকে দৃঢ়ভাবে বাঁধা;
- সঠিক কাটিং ডাটা অবশ্যই সেট করা;
- কাটিং টুলকে অবশ্যই সঠিক সেন্টার হাইটে সেট করা;
- ওয়ার্কপিসের সারফেস পরিষ্কার করতে হ্যান্ড ফিড দ্বারা একটি পরীক্ষামূলক কাট ব্যবহার করা;
- সঠিক ফীড (০.৫ – ০.৭) মিমি ব্যবহার করা;
- ওয়ার্কপিসের ব্যাস পরীক্ষা করে কাটিং স্পীড নির্ধারণ করা;

- ডেপথ অব কাট অনুযায়ী সঠিক কাটের সংখ্যা নির্বাচন করা;
- কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার করা ইত্যাদি।

রাফ টার্নিং এর পর ফিনিশিং টার্নিং করা হয়। এক্ষেত্রে সারফেস ফিনিশ এবং সূক্ষ্মতা গুরুত্বপূর্ণ। ফিনিশিং টার্নিং এর জন্য বিবেচ্য বিষয়গুলি-

- কাটিং টুলের কাটিং এজ সঠিকভাবে ধারালো করা;
- সঠিক কাটিং স্পীডে টার্নিং করা;
- সঠিক ফিড ও ডেপথ অব কাট ব্যবহার করা;
- মাঝে মাঝে মাইক্রোমিটার বা স্লাইড ক্যালিপার্স দ্বারা ওয়ার্কপিসের ব্যাস পরীক্ষা করা;
- কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার করা ইত্যাদি।

৪.৮.৪ পার্টিং অফ (Parting off)

মেশিনিং অপারেশন করার পর কোন নির্দিষ্ট স্থানে ওয়ার্কপিস কেটে ফেলাকে পার্টিং অফ বলে। পার্টিং এর বিবেচ্য বিষয় হলো–

- পার্টিং অফ করার স্থানটি যথাসম্ভব চাকের নিকট হওয়া;
- নিম্ন মানের স্পীড অর্থাৎ টার্নিং এর প্রায় অর্ধেক কাটিং স্পীড ব্যবহার করা;
- সমহারে ফিড (০.০৫ – ০.১৫) মিমি/ঘূর্ণন ব্যবহার করা;
- ফলপ্রসু পার্টিং এর জন্য কিছুটা র‍্যাক এ্যাঙ্গেল বিশিষ্ট কাটিং টুল ব্যবহার করা;
- পার্টিং টুলের কাটিং এ্যাঙ্গেল অবশ্যই সেন্টার হাইটে হওয়া;
- পার্টিং টুলের উপর অধিক চাপ রেখে পার্টিং করা;
- কাটিং টুল ওয়ার্কপিসের অক্ষের ৯০° কোণে সেট করা;
- কাটিং টুলের প্রয়োজনীয় দৈর্ঘ্য বাইরে রেখে টুল হোল্ডার/টুলপোস্টে বাঁধা;
- উভয় সেন্টারে বাঁধা অবস্থায় পার্টিং অফ করা ইত্যাদি।

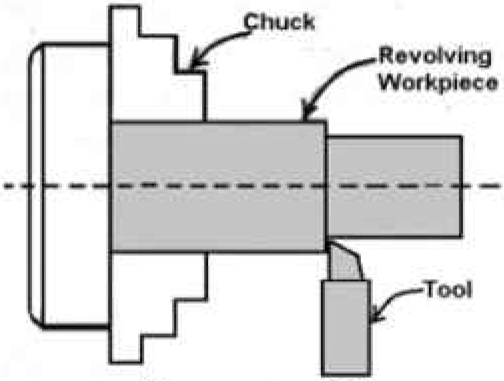


২০২৫

চিত্র-৪.৫৬ পার্টিং অফ

৪.৮.৫ শোল্ডার টার্নিং (Shoulder Turning)

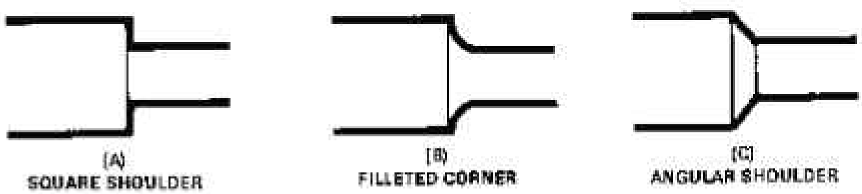
শোল্ডার টার্নিং হলো এক প্রকার টার্নিং পদ্ধতি, যাতে ওয়ার্কপিসের গায়ে আকাঙ্খিত স্থানে নির্দিষ্ট আকৃতির শোল্ডার দ্বারা খাঁজ তৈরি করা হয়।



চিত্র-৪.৫৭ শোল্ডার টার্নিং

বিভিন্ন প্রকার শোল্ডার টার্নিং–

- স্কয়্যার শোল্ডার টার্নিং (**Square Shoulder Turning)**
- আন্ডার কাটিং বা নেকিং শোল্ডার টার্নিং (**Under Cut or Necking Shoulder Turning)**
- রেডিয়াস বা ফিলেট শোল্ডার টার্নিং (**Radius or Fillet Shoulder Turning)**
- বিভেলড বা অ্যাঙ্গুলার শোল্ডার টার্নিং (**Beveled or Angular Shoulder Turning)**



স্কয়্যার, ফিলেট ও অ্যাঙ্গুলার শোল্ডার টার্নিং



আন্ডার কাট শোল্ডার টার্নিং

চিত্র-৪.৫৮ বিভিন্ন প্রকার শোল্ডার টার্নিং

২০২৫

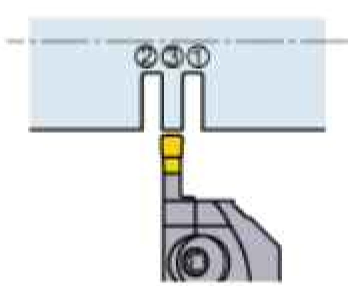
শোল্ডার টার্নিং এর বিবেচ্য বিষয়সমূহ-

- টুল বিটকে সঠিকভাবে গ্রাইন্ডিং করা;
- টুলকে সঠিক সেন্টার হাইটে বাঁধা;
- প্লেইন টার্নিং এর প্রায় অর্ধেক কাটিং স্পীড ব্যবহার করা;
- হ্যান্ড ফীড ব্যবহার করা;
- টুলের আকৃতি গেজ দ্বারা পরীক্ষা করা;
- কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার করা ইত্যাদি।

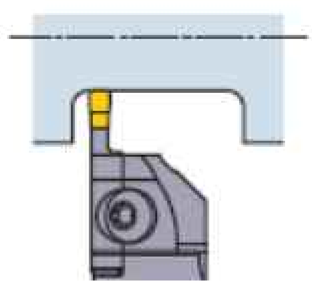
৪.৮.৬ গ্রুভ টার্নিং (Groove Turning)

গ্রুভ টানিং এক প্রকার টার্নিং পদ্ধতি, যাতে ওয়ার্কপিসের গায়ে আকাঙ্খিত স্থানে নির্দিষ্ট আকৃতির গ্রুভ বা খাঁজ কাটা হয়। নিম্নে বিভিন্ন প্রকার গ্রুভ টার্নিং দেখানো হলো–

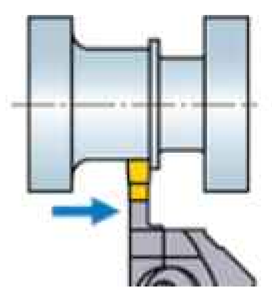
- স্কয়্যার গ্রুভিং (Square Grooving)
- রেডিয়াসসহ স্কয়্যার গ্রুভিং (Square Grooving with Radius)
- ফিলেট গ্রুভিং (Fillet Grooving)
- বিভেল্ড গ্রুভিং (Beveled Grooving)
- ফেস গ্রুভিং (Face Grooving)
- সারক্লিপের জন্য গ্রুভিং (Grooving for Circlip)
- কম্বিনেশন ফেস ও প্লেইন গ্রুভিং (Combination Face and Plain Grooving)



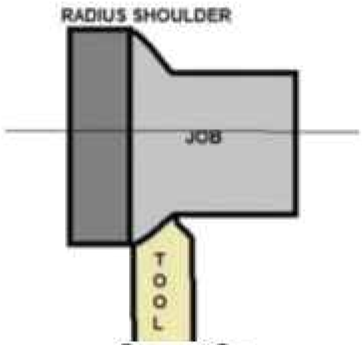
স্কয়্যার গ্রুভিং



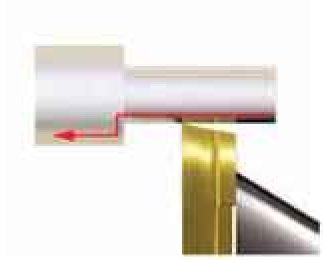
উভয় দিকে ক্ষুদ্র রেডিয়াসসহ স্কয়্যার গ্রুভিং



ফিলেট গ্রুভিং



বিভেল্ড গ্রুভিং


ফেস গ্রুভিং


সারক্লিপের জন্য গ্রুভিং


কম্বিনেশন ফেস ও প্লেইন গ্রুভিং

চিত্র-৪.৫৯ বিভিন্ন প্রকার গ্রুভ টার্নিং

গ্রুভিং এর বিবেচ্য বিষয়সমূহ

- প্লেইন টার্নিং এর অর্ধেক কাটিং স্পীড ব্যবহার করা;
- গ্রুভের আকৃতি অনুসারে কাটিং টুল গ্রাইন্ডিং করা;
- টুল বিটকে সঠিকভাবে সেন্টার হাইটে সেট করা;
- সব সময় হ্যান্ড ফীড ব্যবহার করা;
- গ্রুভিং এর সময় ক্যারেজকে সামান্য পরিমাণে ডানে এবং বামে নড়াচড়া করা;
- যত্ন সহকারে পরিমাপ পরীক্ষা করা;
- গ্রুভিং এর জন্য কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার করা ইত্যাদি।

৪.৮.৭ নার্লিং সম্পর্কে ধারণা (Knurling Concept)

লেদ আপরেশনের শেষ কাজটি নার্লিং। সিলিন্ড্রিক্যাল কার্যবস্তুর সারফেসে বিভিন্ন আকৃতির খাঁজ তৈরি করার প্রক্রিয়াকে নার্লিং বলে। অনেক সময় কোনো জবকে হাতে ধরার জন্য বা ব্যবহারিক সুবিধার জন্য নার্লিং করা হয়। নার্লিং করলে বাহিরের ব্যাস অপেক্ষাকৃত বড় হয়ে যায়। স্ক্রু হেড, নাট, হ্যান্ডেল ইত্যাদি ধরার জন্য নার্লিং করা হয়। মাইক্রোমিটার ইন্সট্রুমেন্টের গায়েও নার্লিং করা থাকে।



চিত্র-৪.৬০ নার্লিং টুল



চিত্র-৪.৬১ লেদে নার্লিং অপারেশন

বিভিন্ন প্রকার নার্লিং

কাট নার্লিং (Cut Knurling)

এ অপারেশনে নার্লিং টুল দ্বারা কার্যবস্তুর উপরিতল কেটে নার্ল তৈরি হয়। এখানে কার্যবস্তুর ঘূর্ণনের দিকেই নার্লিং টুল কাটিং ফীড দেয়া হয়।

ফরম্ নার্লিং (Form Knurling)

এ অপারেশনে নার্লিং টুল দ্বারা কার্যবস্তুর উপরিতলের আকৃতি/গঠন পরিবর্তন হয়ে নার্ল তৈরি হয়। এখানে কার্যবস্তুর ঘূর্ণনের আড়াআড়ি দিকে নার্লিং টুলের ফোর্স ফীড দেয়া হয়।




চিত্র-৪.৬২ কাট নার্লিং

চিত্র-৪.৬৩ ফরম্ নার্লিং

নার্লিং এর বিভিন্ন প্যাটার্নসমূহ

- স্ট্রেইট প্যাটার্ন নার্লিং (Straight Pattern Knurling)
- অ্যাঙ্গুলার বা ক্রস প্যাটার্ন নার্লিং (Angler Or Crossed Pattern Knurling)
- ডায়মন্ড প্যাটার্ন নার্লিং (Diamond Pattern Knurling)

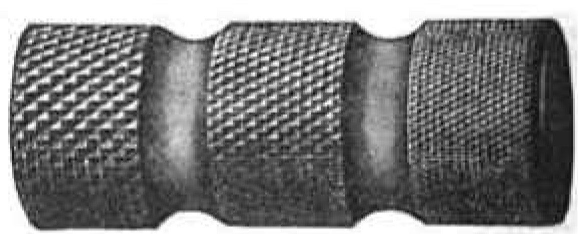


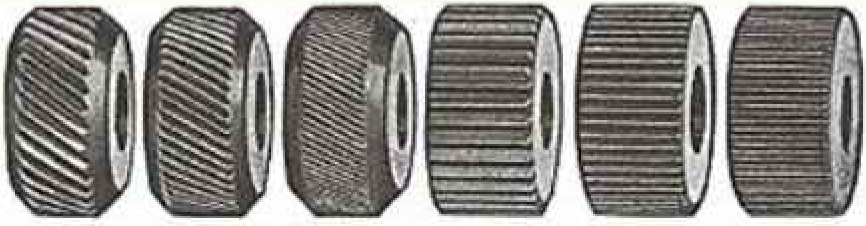


চিত্র-৪.৬৪ বিভিন্ন প্রকার নার্লিং-এর গ্রেড

নার্লিং এর গ্রেড

- কোর্স নার্লিং
- মিডিয়াম নার্লিং
- ফাইন নার্লিং ইত্যাদি।





চিত্র-৪.৬৫ বিভিন্ন প্রকার নার্লিং গ্রেড

নার্লিং এর জন্য বিবেচ্য বিষয়সমূহ

- প্লেইন টার্নিং এর প্রায় অর্ধেক স্পীড ব্যবহার করা;
- ওয়ার্কপিসের সারফেসের সাথে সেন্টার হাইটে নার্লিং রোল না উঠানো;
- নার্লিং শুরুর সময় নার্লিং রোলের ফেসের অর্ধেক ওয়ার্কপিসের সংস্পর্শে রাখা;
- হেডস্টকের অভিমুখে ফীড দিতে হবে;
- নার্লিং এর পূর্ণ গভীরতা না আসা পর্যন্ত ওয়ার্কপিস হতে নার্লিং রোল উঠানো;
- নার্লিং রোলকে আদি অবস্থায় আনার জন্য প্রতিবার অগ্রসর শেষে স্পিন্ডলকে বিপরীত দিকে ঘুরানো;
- নার্লিং রোলের প্রতিবার অগ্রসরের পূর্বে ডেপথ অব কাট দেওয়া;
- অটোমেটিক লংগিচুডিনাল (Longitudinal) ফীড ব্যবহার করা;
- নার্লিং রোলের উপর সর্বদা সমান চাপ রাখা;
- ফিডের পরিমান = নার্লিং পিচ × ০.৫ রাখা;
- কাটিং ফ্লুইড অবশ্যই ব্যবহার করা ইত্যাদি।

৪.৮.৮ লেদে ড্রিলিং (Drilling on Centre Lathe)

সলিড ওয়ার্কপিস, লেদ চাকে বেঁধে ড্রিল বিট দ্বারা গর্ত করা বা ছিদ্র করাকে লেদ ড্রিলিং বলা হয়। ড্রিল যদি বড় হয় তবে উহা সরাসরি টেইলস্টক স্পিন্ডলে বাঁধতে হয়। ছোট ড্রিল বিট, ড্রিল চাকে বাঁধা হয় ও ড্রিল চাককে টেইলস্টক স্পিন্ডলে সেট করা হয়। কাজের সময় টেইলস্টকে স্থাপিত ড্রিলকে ধীরে ধীরে এগিয়ে নিয়ে ঘুরন্ত কার্যবস্তুর মধ্যে প্রবেশ করে ড্রিল কাজ সম্পন্ন করা হয়।



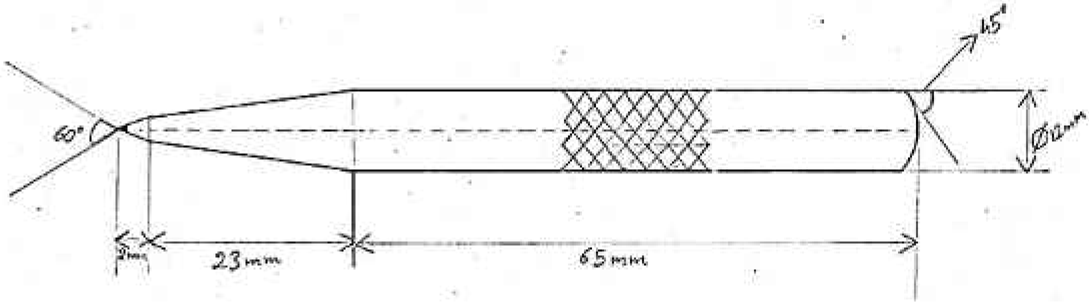
চিত্র-৪.৬৬ লেদে ড্রিল অপারেশন

ড্রিলিং এর জন্য বিবেচ্য বিষয়সমূহ

- ওয়ার্কপিসের প্রান্ত অবশ্যই সমান করা;
- সঠিক কাটিং স্পীড ব্যবহার করা;
- সেন্টার ড্রিলিং করে নিতে হবে যাতে ড্রিল শুরু করতে সুবিধা হয় এবং ড্রিল বিপথগামী না হয়;
- বড় ড্রিল বিটের ওয়েভ যাতে অতি সহজেই কার্যবস্তুর মধ্যে প্রবেশ করতে পারে তার জন্য পাইলট ড্রিলিং করা;
- সঠিক সাইজের ড্রিল বিট ব্যবহার করা;
- ড্রিলিং এর পর চেম্ফারিং করা;
- কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার করা ইত্যাদি।

নিজে করো

তোমাকে ১৫ মিমি ব্যাস ও ১২০ মিমি দৈর্ঘ্যে এক টুকরা এমএস (মাইল্ড স্টিল) রড দিয়ে বলা হলো- তুমি এটি দিয়ে নিম্নের ড্রয়িং অনুযায়ী ১২ মিমি ব্যাস, ৮৮ মিমি দৈর্ঘ্যের একটি সেন্টার পাঞ্চ তৈরি করবে। সেন্টার পাঞ্চটি তৈরি করতে যে যে অপারেশন করতে হবে তার একটি তালিকা প্রস্তুত করো।



চিত্র-৪.৬৭ সেন্টার পাঞ্চ

ক্রম	অপারেশনের নাম	কাটিং টুলের নাম	মন্তব্য
১	সেন্টারিং	সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুল	সঠিক ব্যাসের তৈরি হবে না
২			
৩			
৪			
৫			
৬			
৭			

৪.৯ লেদ মেশিনের যত্ন ও রক্ষণাবেক্ষণ

লেদ মেশিনকে অতি সূক্ষ্ম মাত্রা বজায় রেখে যন্ত্রাংশ উৎপাদনের জন্য বিশেষভাবে তৈরি করা হয়ে থাকে। লেদের চলন্ত ও স্থির অংশগুলি তাই সব সময় যত্ন সহকারে ব্যবহার করা উচিৎ। নিম্নে লেদ মেশিনের যত্ন ও রক্ষণাবেক্ষণের জন্য কতিপয় দিক নির্দেশনা দেয়া হলো–

- যে সকল লেদ মেশিন প্রতিদিন ব্যবহার করা হয়, সেগুলো নিম্নলিখিত অংশগুলোকে প্রতিদিন লুব্রিকেটিং অয়েল দিতে হবে যথা–
    - হেডস্টক বিয়ারিং;
    - স্পিন্ডল হতে লীড স্ক্রু পর্যন্ত সংশ্লিষ্ট সকল গিয়ার ও বিয়ারিং;

২০২৫

- মোটর বিয়ারিং;
- টেইলস্টক স্পিন্ডল;
- লীড স্ক্রু;
- ফীড রড বিয়ারিং;
- অ্যাপ্রন ও স্যাডল;
- ক্রস ফীড ও কম্পাউন্ড স্লাইড;

- লুব্রিকেটিং অয়েল দেওয়ার পূর্বে অবশ্যই লেদ মেশিন জুট কটন দিয়ে ভালভাবে পরিষ্কার করা;
- মেশিন স্টার্ট দেওয়ার পূর্বে হেডস্টকে জব দৃঢ়ভাবে বাঁধা;
- লেদ এবং ওয়েজ ভালভাবে পরিষ্কার করার পর লুব্রিকেটিং করা;
- ফেল্ট প্যাড (Felt Pad) মাঝে মাঝে চিপ্স সরিয়ে কেরোসিন দিয়ে ধৌত করা;
- বেডের মধ্যে কোনো টুলস না রাখা;
- প্রতিদিন লিড স্ক্রু-এর মধ্যে আটকে থাকা চিপ্স সাবধানতার সাথে পরিষ্কার করা, যাতে লীড স্ক্রু এর থ্রেড কোনোভাবে যেন ক্ষতিগ্রস্থ না হয়;
- চিপস্ ব্রেকার ব্যবহার করা;
- কাটিং টুল হোল্ডারে সঠিক কোণ অনুযায়ী দৃঢ়ভাবে বাঁধা;
- দীর্ঘ (লম্বা) ওয়ার্কপিসে কাজ করতে হলে টেইলস্টক ব্যবহার করা ইত্যাদি।

৪.১০ লেদে বিভিন্ন অপারেশনের জন্য সতর্কতা

লেদ মেশিনে নিরাপদে কাজ করার নিমিত্বে পালনীয় গুরুত্বপূর্ণ বিষয়াদি–

- চাদর, পায়জামা, পাঞ্জাবী, টাই, কোট ইত্যাদি ঢিলা পোষাক পরিহার করা;
- লেদে কাজ করার সময় সেফটি গগল্স পরিধান করা;
- শক্ত তলা বিশিষ্ট পা মোড়ানো চামড়ার জুতা পরিধান করা;
- অ্যাপ্রন পরিধান করা;
- লেদ মেশিন পরিষ্কার পরিচ্ছন্ন রাখা ও নিয়মিত তৈল প্রদান করা;
- গার্ডসমূহ যথাস্থানে লাগিয়ে রাখা;
- চাক পরিবর্তন করার সময় যাতে পড়ে না যায় তজ্জন্য সতর্ক থাকা;
- ত্রুটিপূর্ণ বৈদ্যুতিক সুইচ পরিহার করা;
- ওয়ার্কপিস ও কাটিং টুল ভালভাবে টাইট দেওয়া;
- লেদ চাক টাইট দেওয়ার পর চাক কী সরিয়ে নিরাপদ স্থানে রাখা;
- হেডস্টকের উপর যন্ত্রপাতি না রাখা;
- ওয়ার্কপিস বেঁধে নির্ধারিত স্পিন্ডল স্পীডে লেদ চালানো;

- মেশিন চালু অবস্থায় স্পীড পরিবর্তন না করা;
- চাক কী হ্যান্ডেল বা অন্য কোনো লিভার বা হাতুড়ির আঘাতে টাইট না দেওয়া;
- লেদ সম্পূর্ণভাবে স্থির হওয়ার পূর্বে হাতে ধরে চাক স্থির করার চেষ্টা না করা;
- লেদে ফাইলিং করার জন্য বাম হাতে ফাইল ধরা;
- বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ হয়ে গেলে সাথে সাথে মেশিন সুইচ অফ করা;
- কাজের শেষে মেইন সুইচ অফ করা;
- কোন কিছু নষ্ট হয়ে গেলে গোপন না করে অনতিবিলম্বে শপ ইনচার্জ বা শিক্ষককে জ্ঞাত করা;
- কাজের প্রতি যত্নশীল ও মনোযোগী হওয়া;
- কাজের সময় প্রয়োজনে কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার করা;
- কাটিং টুলের সেন্টার হাইট ঠিক আছে কি না, এ ব্যাপারে নিশ্চিত হয়ে কাজ করা ইত্যাদি।

জব ১: লেদ মেশিনের ক্যারেজ পরিচালনায় দক্ষতা অর্জন

পারদর্শিতার মানদন্ড

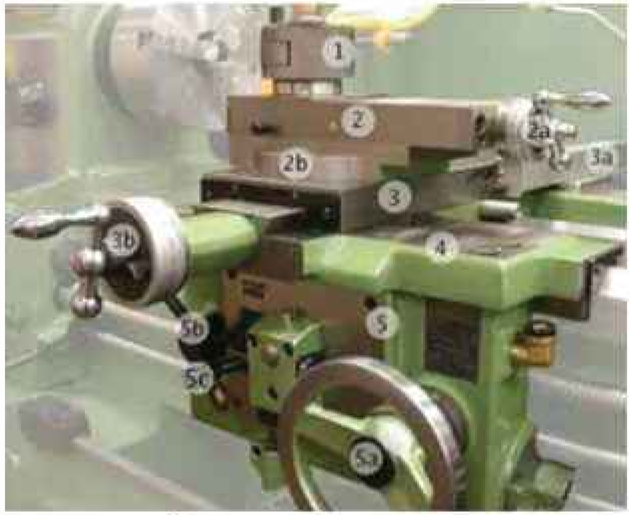
- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (পিপিই) ও শোভন পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- জব অনুযায়ী টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেটেরিয়াল সিলেক্ট ও কালেক্ট করা;
- ছবি অনুযায়ী ক্যারেজ পরিচালনার যন্ত্রাংশ সংগ্রহ করা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- নষ্ট মালামাল (Wast) এবং স্ক্র্যাপগুলো (Scrap) নির্ধারিত স্থানে ফেলা;
- কাজ শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দেওয়া ইত্যাদি।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	১টি
২	সেফটি গগল্‌স	কাল ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	১টি
৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	১টি
৪	মাস্ক	তিন স্তর বিশিষ্ট	১টি
৫	হ্যান্ড গ্লাভস	কাপড়ের তৈরি	১ জোড়া
৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	১ জোড়া

২০২৫

1. টুলপোস্ট
2. টপ-স্লাইড
2a. টপ-স্লাইড ফীড স্ক্রু ও ডায়াল
2b. টপ-স্লাইডের কমপাউন্ড
3. ক্রস-স্লাইড
3a. ক্রস-স্লাইড স্কেল
3b. ক্রস-স্লাইড ফীড স্ক্রু ও ডায়াল
4. স্যাডল
5. অ্যাপ্রন
5a. ক্যারেজ হ্যান্ড হুইল
5b. হাফ-নাটস লিভার
5c. ফীড লিভার



চিত্র-৪.৬৮ লেদ ক্যারেজ

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্টস ও মেশিন)

ক্রমিক	যন্ত্রপাতির নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	লেদ মেশিন	হরাইজন্টাল বেঞ্চ টাইপ	১টি
২.	ম্যানড্রেল	সিলিন্ড্রিক্যাল (সলিড)	১টি
৩.	৩-ও ৪ 'জ' চাক	যেকোনো প্রকারের	১টি
৪.	টুলপোস্ট	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি
৫.	টপ-স্লাইড	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি
৬.	টপ-স্লাইড ফিড স্ক্রু ও ডায়াল	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি
৭.	টপ-স্লাইডের কমপাউন্ড অংশ	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি
৮.	ক্রস-স্লাইড স্কেল	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি
৯.	ক্রস-স্লাইড ফিড স্ক্রু ও ডায়াল	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি
১০.	স্যাডল	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি
১১.	ক্যারেজ হ্যান্ড হুইল	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি
১২.	হাফ-নাটস লিভার	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি
১৩.	ফীড লিভার	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি

মালামাল (Raw Materials)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১	ওয়াস্ট কটন	যেকোনো আকারের নরম ও সুতি কাপড়ের	৫ টুকরা
২	সাদা কাগজ	A4 সাইজের ৮০ গ্রাম	৫টি

কাজের ধারা

- প্রয়োজনীয় পিপিই পরিধান করো;
- ছকে উল্লেখিত তালিকা ও প্রয়োজন অনুযায়ী মালামাল এবং যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করো;
- একটি সিলিন্ড্রিক্যাল ম্যানড্রেল হেডস্টকের সাথে লাগানো থ্রি 'জ' চাকে ভালভাবে আটাকাও;
- একটি কাটিং টুলকে টুলপোস্টে বাঁধ;
- ক্যারেজ অংশসমূহ, যেমন- টুলপোস্ট, টপ-স্লাইড, টপ-স্লাইড, ফিড স্ক্রু ও ডায়াল, টপ-স্লাইডের; কমপাউন্ডরেস্ট অংশ, ক্রস-স্লাইড, ক্রস-স্লাইড স্কেল, ক্রস-স্লাইড ফিড স্ক্রু ও ডায়াল, স্যাডল, অ্যাপ্রন, ক্যারেজ হ্যান্ড হুইল, হাফ-নাট লিভার ও ফীড লিভার পরিচালনার কৌশলগুলি একজন ক্র্যাফট ইন্সট্রাক্টর বা ইন্সট্রাক্টরের নিকট থেকে ভাল ভাবে বুঝে লও;
- ক্যারেজকে নিরাপদ দূরত্বে রেখে লেদ মেশিনের সুইচ-অন করে মেশিন চালু করো;
- ক্যারেজ কাটিং টুলকে ধরে রাখা, এদিক-সেদিক সরানো ও নিয়ন্ত্রণ করে কার্যবস্তুতে লেদ অপারেশনে সহায়তা করে, বিধায় নিজে নিজে প্রাকটিস করো;
- ক্যারেজের উপরে অবস্থিত টুলপোস্টে কাটিং টুল দৃঢ়ভাবে আটকাতে হয়, তাই কাটিং টুলকে এক-দুই বার খোলা ও লাগানোর মাধ্যমে প্রাকটিস করো;
- ক্যারেজ অ্যাপ্রন মেকানিজমের মাধ্যমে রৈখিক ক্রস-ফিডিং এর সাহায্যে ফীডরড হতে কাটিং টুলে কিভাবে শক্তি সরবারহ করে তা ভালভাবে পর্যবেক্ষণ করো;
- থ্রেড কাটিং অপারেশনের সময় ক্যারেজ হাফ-নাট ও লিড-স্ক্রু এর সাহায্যে সম্পূর্ণ কাজটিকে সহজ করে দেয়, বিধায় অপারেশনটি ভালভাবে পর্যবেক্ষণ করো;
- ক্যারেজের উপর অবিস্থিত টপ-স্লাইডের কৌণিক ঘূর্ণনের ফলে টুলপোস্টকে এ্যাঙ্গুলার সেট করে টেপার টার্নিং করা যায়। এ্যাঙ্গেল সেট করে ভালভাবে পর্যবেক্ষণ করো:
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করো;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করো;
- ওয়াস্ট ও স্ক্র্যাপগুলোনির্ধারিত স্থানে ফেলে দাও ;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দাও ইত্যাদি।

কাজের সতর্কতা

- কাজের সময় হ্যান্ড গ্লাভস ব্যবহার করতে হবে;
- মেশিন পরিষ্কার করে যথাস্থানে তৈলাক্ত করতে হবে;
- কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত করতে হবে;
- প্রয়োজনমত মেশিন গার্ড ব্যবহার করতে হবে;

- ক্যারেজ অপারেশনের সময় অন্য মনস্ক হওয়া থেকে বিরত থাকতে হবে।
- ক্যারেজ অপারেশনের সময় হাত এবং আঙ্গুল যেন কোন অবস্থাতেই কাটিং টুলের মাথায় স্পর্শ না করে সেদিকে খেয়াল রাখতে হবে ইত্যাদি।

অর্জিত দক্ষতা/ফলাফল

লেদ মেশিন অপারেশনে ক্যারেজ পরিচালনা করতে সক্ষম হবে।

ফলাফল বিশ্লেষণ/মন্তব্য

লেদ অপারেশনে এর যথাযথ প্রয়োগ করতে সক্ষম হবে।

জব ২ লেদ মেশিনের এল্যাইনমেন্ট চেক করার দক্ষতা অর্জন

পারদর্শিতার মানদন্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (পিপিই) ও শোভন পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- জব অনুযায়ী টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেটেরিয়্যাল সিলেক্ট ও কালেক্ট করা;
- পরীক্ষণ কাজে ব্যবহৃত সরঞ্জামাদি পরিচ্ছন্ন রাখা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- নষ্ট (Wast) মালামাল ও স্ক্র্যাপগুলো (Scrap) নির্ধারিত স্থানে ফেলা;
- কাজ শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দেওয়া ইত্যাদি।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	১টি
২	সেফটি গগলস	কাল ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	১টি
৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	১টি
৪	মাস্ক	তিন স্তর বিশিষ্ট	১টি
৫	হ্যান্ড গ্লাভস	কাপড়ের তৈরি	১ জোড়া
৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	১ জোড়া

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্টস ও মেশিন)

ক্রমিক	যন্ত্রপাতির নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	লেদ মেশিন	হরাইজন্টাল বেঞ্চ টাইপ	১টি
২.	ম্যানড্রেল	সিলিন্ড্রিক্যাল (সলিড)	১টি
৩.	ডায়াল ইন্ডিকেটর	ম্যাগনেটিক ষ্ট্যান্ডসহ	১টি
৪.	৩ ও ৪ 'জ' চাক	যেকোনো প্রকারের	১টি
৫.	মেটাল প্লেট	সমান্তরালতা পরীক্ষা করা যায় এমন	১টি
৬.	ডায়াল ইন্ডিকেটর ক্ল্যাম্পিং অ্যাটাচমেন্ট	ক্যারেজের সাথে ক্ল্যাম্প করা যায় এমন ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি
৭.	ক্যালকুলেটর	সাধারণ	১টি

মালামাল (Raw Materials)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১	সাদা কাগজ	A4 সাইজের ৮০ গ্রাম	৫টি
২	ওয়াস্ট কটন	যেকোনো আকারের নরম ও সুতি কাপড়ের	২ টুকরা

ডায়াল ইন্ডিকেটর ও এট্যাচমেন্ট

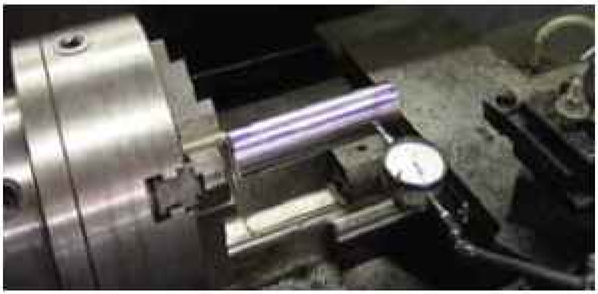




ছবি-৪.৬৯ ডায়াল ইন্ডিকেটর ও এট্যাচমেন্ট

কাজের ধারা

- প্রয়োজনীয় পিপিই পরিধান করো;
- ছকে উল্লেখিত তালিকা ও প্রয়োজন অনুযায়ী মালামাল এবং যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করো;
- স্পিন্ডেল সেন্টার এল্যাইনমেন্ট চেকিং এর জন্য একটি সিলিন্ড্রিক্যাল ম্যানড্রেল স্পিন্ডলের সাথে সংযুক্ত চাকে বেঁধে স্পিন্ডলকে হাত দিয়ে ঘুরিয়ে ডায়াল ইন্ডিকেটরের প্লাঞ্জার এজকে ম্যানড্রেলের পরিধির উপর স্পর্শ করা অবস্থায় পয়েন্টার '০' তে সেট করে পর্যায়ক্রমে কয়েকটি পাঠ গ্রহনের মাধ্যমে স্পিন্ডলের কোন প্রকার এলাইনমেন্ট বিচ্যুতি আছে কিনা তা বের করো;

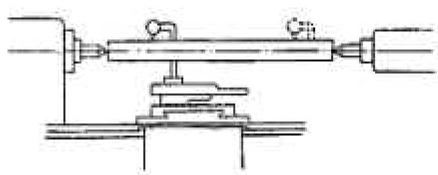




চিত্র-৪.৭০ ডায়াল গেজ সেটিং

- স্পিডল এক্সিস (Axis) এল্যাইনমেন্ট চেকিং এর জন্য স্পিন্ডলের সাথে সংযুক্ত চাকে একটি সমান্তরাল প্লেটকে পাশের ছবি মোতাবেক আটকিয়ে চাকটিকে ঘুরিয়ে ক্রস স্লাইডের অনুভূমিক গতির দিক বরাবরে সমান্তরাল করে সেট করো। এখন ক্যারেজের উপর একটি ডায়াল ইন্ডিকেটর গেজ সেট করে এর প্লাঞ্জার এজকে পাশের ছবি মোতাবেক ক্রসস্লাইডকে সামনে-পেছনে সরিয়ে পর্যায়ক্রমে কয়েকটি পাঠ নিয়ে স্পিডল এক্সিস এলাইনমেন্ট-এ কোন এল্যাইনমেন্ট বিচ্যুতি আছে কিনা তা বের করো;
- হেডস্টক ও টেইলস্টক সেন্টারদ্বয়ের প্যারালালিজম এল্যাইনমেন্ট চেকিং এর জন্য সিলিন্ড্রিক্যাল ম্যানড্রেলের একপ্রান্ত হেডস্টকের সাথে অন্যপ্রান্ত টেইলস্টকের সাথে আটকিয়ে ক্যারেজের উপর একটি ডায়াল ইন্ডিকেটর গেজ সেট করে প্লাঞ্জার এজকে ম্যানড্রেলের উপরিতলে স্পর্শ করা অবস্থায় পয়েন্টার '০' তে সেট করে ক্যারেজকে ধীরে ধীরে ডানে বা বামে চলাচল করিয়ে পর্যায়ক্রমে কয়েকটি পাঠ গ্রহন করো;





চিত্র-৪.৭১ হেডস্টক এবং টেইলস্টক সেন্টারিং এল্যাইনমেন্ট চেকিং

- ক্যারেজকে নিরাপদ দূরত্বে রেখে লেদ মেশিনের সুইচ অন করে মেশিন চালু করো;

- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের এর নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করো;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করো;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দাও ইত্যাদি।

কাজের সতর্কতা

- কাজের সময় হ্যান্ড গ্লাভস ব্যবহার করতে হবে;
- মেশিন পরিষ্কার করে যথাস্থানে তৈলাক্ত করতে হবে;
- কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত করতে হবে;
- কাজের সময় অন্য মনস্ক হওয়া থেকে বিরত থাকতে হবে ইত্যাদি।

অর্জিত দক্ষতা/ফলাফল

ডায়াল ইন্ডিকেটর দিয়ে লেদ এল্যাইমেন্ট পরীক্ষা করতে তুমি সক্ষম হবে।

ফলাফল বিশ্লেষণ/মন্তব্য

লেদ অপারেশনে এর যথাযথ প্রয়োগ করতে সক্ষম হবে।

জব ৩: ফোর 'জ' চাকে কার্যবস্তু বেঁধে এল্যাইনমেন্ট ঠিক করার দক্ষতা অর্জন

পারদর্শিতার মানদন্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (পিপিই) ও শোভন পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- জব অনুযায়ী টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেটেরিয়্যাল সিলেক্ট ও কালেক্ট করা;
- ছবি অনুযায়ী ক্যারেজ পরিচালনার যন্ত্রাংশ সংগ্রহ করা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- নষ্ট মালামাল (Wast) ও স্ক্র্যাপগুলো (Scrap) নির্ধারিত স্থানে ফেলা;
- কাজ শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দেওয়া ইত্যাদি।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	১টি
২	সেফটি গগল্‌স	কাল ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	১টি
৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	১টি
৪	মাস্ক	তিন স্তর বিশিষ্ট	১টি
৫	হ্যান্ড গ্লাভস	কাপড়ের তৈরি	১ জোড়া
৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	১ জোড়া

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্টস ও মেশিন)

ক্রমিক	যন্ত্রপাতির নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	লেদ	হরাইজন্টাল বেঞ্চ টাইপ	১টি
২.	সিলিন্ড্রিক্যাল (সলিড) বার	২৫ মিমি ব্যাস, ১৫০মিমি দৈর্ঘ	১টি
৩.	৪ 'জ' চাক	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি
৪.	চাক-কী	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি
৫.	সারফেস গেজ	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি
৬.	ভী-ব্লক	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি
৭.	ম্যালেট	১২ ইঞ্চি	১টি

মালামাল (Raw Materials)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১	ওয়্যাস্ট কটন	যেকোনো আকারের নরম ও সুতি কাপড়ের	৫ টুকরা
২	সাদা কাগজ	A4 সাইজের ৮০ গ্রাম	৫টি



চিত্র-৪.৭২ লেদ চাকে সিলিড্রিক্যাল কার্যবস্তু ও সারফেস গেজ

ছবিতে কাজের ধারার কয়েকটি পর্যায়ের ছবি দেখা যাচ্ছে-



ফোর 'জ' চাক



ফোর 'জ' চাকে কার্যবস্তু বাঁধ



ফোর 'জ' গুলি নাম্বারিং কর



স্ক্রাইবার সেট কর



ফোর 'জ' চাক আস্তে আস্তে ঘুরাও



এ্যালাইন চেক কর

চিত্র-৪.৭৩ সিলিন্ড্রিক্যাল কার্যবস্তু ও সারফেস গেজ

কাজের ধারা

- প্রয়োজনীয় পিপিই পরিধান করো;
- ছকে উল্লেখিত তালিকা ও প্রয়োজন অনুযায়ী মালামাল এবং যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করো;
- একটি সিলিন্ড্রিক্যাল ফোর 'জ' চাকে হালকা করে চাকে বাঁধ;
- আমরা জানি, সারফেস গেজ হলো সূক্ষ্মভাবে নিয়ন্ত্রিত এক প্রকার লে-আউট বা মার্কিং টুলস। প্রকৃতপক্ষে গঠনের দিক থেকে এটি একটি স্ক্রাইবারকে সূক্ষ্মভাবে নিয়ন্ত্রণ করার ব্যবস্থা মাত্র। গোলাকার পৃষ্ঠ বিশিষ্ট বস্তু, যেমন-শ্যাফট, পুলি, বিয়ারিং, বিয়ারিং ক্যাব ইত্যাদি গোলাকার পৃষ্ঠ, যথার্থ গোলাকার কি না তাহা পরীক্ষা করতেও সারফেস গেজ ব্যবহৃত হয়। ইহার ভারী বেস (Base) এর উপর একটি খাড়া দণ্ড বা স্পিন্ডল থাকে এবং দণ্ডের সাথে একটি স্ক্রাইবার লাগানো

২০২৫

থাকে যাহা ক্ল্যাম্প ও স্ক্রু এর সাহায্যে বিভিন্ন কোণে সেট করা যায়। বেসের সাথে সংযুক্ত এ্যাডজাস্টিং স্ক্রুকে ঘুরিয়ে স্ক্রাইবারের মুখকে সূক্ষ্মভাবে নিয়ন্ত্রণ করো;

- বিকেন্দ্রিকতা দেখার জন্য হাতে চাক ঘুরাতে হবে এবং বারবার দেখতে হবে। এর পর পরস্পর বিপরীত 'জ' হালকা করে টাইট করো;
- এখন ভী-ব্লকে সারফেস গেজ ক্ল্যাম্প করো, এবং সারফেস গেজের বেস এর ভী-গ্রুভের সাথে সিলিন্ড্রিক্যাল কার্যবস্তুর প্রান্ত স্থাপন করো;
- কার্যবস্তুটির উপর চক বা মার্কিং কালারের প্রলেপ দাও;
- স্ক্রাইবারের পয়েন্টারটিকে কার্যবস্তুর পরিধির উপর স্পর্শ করা অবস্থায় স্ক্রাইবার নাট টাইট দাও।
- এখন হাত দিয়ে লেদ চাকটিকে আস্তে আস্তে ঘুরাও;
- লক্ষ্য করো, যে, কার্যবস্তুর পরিধির উপর সুষমভাবে দাগ পড়েছে কি না;
- যদি সমানভাবে পরিধির সম্পূর্ণ অংশ দাগাঙ্কিত হয়ে থাকে তবে বুঝতে হবে যে, কার্যবস্তুর এল্যাইনমেন্ট সঠিক হয়েছে;



চিত্র-৪.৭৪ সারফেস গেজ

- সারফেস গেজকে আমরা ক্রস-স্লাইডের উপর স্থাপন করে কার্যবস্তুর সেন্টার পরীক্ষা করো;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করো;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করো;
- নষ্ট মালামাল (Wast) ও স্ক্র্যাপগুলো (Scrap) নির্ধারিত স্থানে ফেলা;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দাও ইত্যাদি।

কাজের সতর্কতা

- কাজের সময় হ্যান্ড গ্লাভস ব্যবহার করতে হবে;
- মেশিন পরিষ্কার করে যথাস্থানে তৈলাক্ত করতে হবে;
- কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত করতে হবে;
- প্রয়োজনমত মেশিন গার্ড ব্যবহার করতে হবে;
- কারেজ অপারেশনের সময় অন্য মনস্ক হওয়া থেকে বিরত থাকতে হবে;
- কারেজ অপারেশনের সময় হাত এবং আঙ্গুল যেন কোন অবস্থাতেই কাটিং টুলের মাথায় স্পর্শ না করে সে দিকে খেয়াল রাখবে হবে ইত্যাদি।

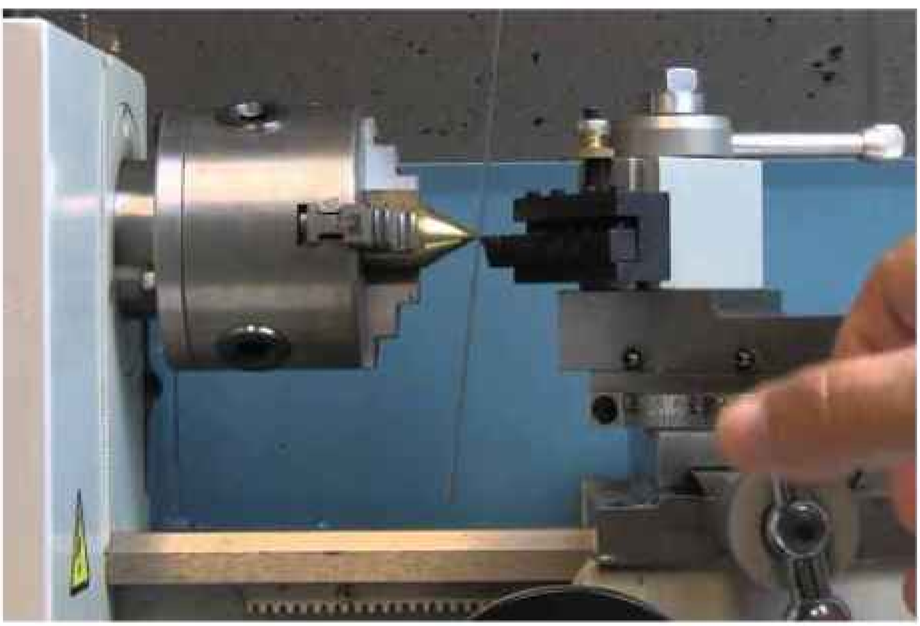
অর্জিত দক্ষতা/ফলাফল

লেদ মেশিন অপারেশনে ক্যারেজ পরিচালনা করতে সক্ষম হবে।

ফলাফল বিশ্লেষণ/মন্তব্য

লেদ অপারেশনে এর যথাযথ প্রয়োগ করতে সক্ষম হবে।

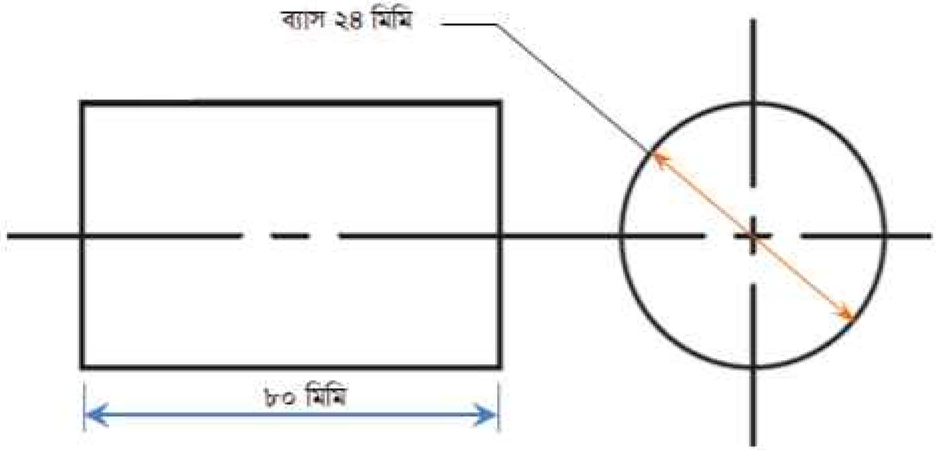
জব-৪: সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুলকে কার্যবস্তুর অক্ষ এবং সেন্টারের সাথে এল্যাইনমেন্ট করে ফেসিং ও প্লেন টানিং অপারেশনে দক্ষতা অর্জন



চিত্র: ৪.৭৫ সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুল সেন্টারিং

পারদর্শিতার মানদন্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (পিপিই) ও শোভন পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- জব অনুযায়ী টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেটেরিয়্যাল সিলেক্ট ও কালেক্ট করা;
- ছবি অনুযায়ী ক্যারেজ পরিচালনার যন্ত্রাংশ সংগ্রহ করা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- নষ্ট মালামাল (Wast) ও স্ক্র্যাপগুলি (Scrap) নির্ধারিত স্থানে ফেলা;
- কাজ শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দেওয়া ইত্যাদি।



ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

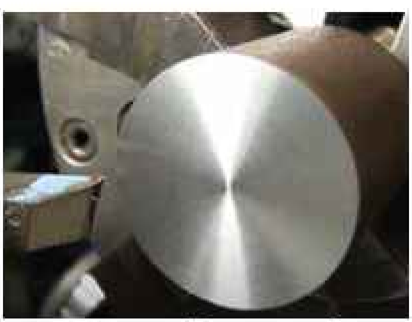
ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	০১টি
২	সেফটি গগলস	কাল ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	০১টি
৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	১টি
৪	মাস্ক	তিন স্তর বিশিষ্ট	১টি
৫	হ্যান্ড গ্লাভস	কাপড়ের তৈরি	১ জোড়া
৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	১ জোড়া

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্টস ও মেশিন)

ক্রমিক	যন্ত্রপাতির নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	লেদ	হরাইজন্টাল বেঞ্চ টাইপ	১টি
২.	ম্যানড্রেল	সিলিন্ড্রিক্যাল (সলিড)	১টি
৩.	৩-ও ৪ 'জ' চাক	যেকোনো প্রকারের	১টি
৪.	টুলপোস্ট	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি
৫.	টপ-স্লাইড	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি
৬.	টপ-স্লাইড ফীড স্ক্রু ও ডায়াল	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি
৭.	টপ-স্লাইডের কমপাউন্ড অংশ	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি
৮.	ক্রস-স্লাইড	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি
৯.	ক্রস-স্লাইড স্কেল	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি
১০.	ক্রস-স্লাইড ফীড স্ক্রু ও ডায়াল	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি
১১.	স্যাডল	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি
১২.	অ্যাপ্রন	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি
১৩.	ক্যারেজ হ্যান্ড হুইল	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি
১৪.	হাফ-নাটস লিভার	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি
১৫.	ফিড লিভার	ছবির নমুনা মোতাবেক	১টি

মালামাল (Raw Materials)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১	ওয়াস্ট কটন	যেকোনো আকারের নরম ও সুতি কাপড়ের	৫ টুকরা
২	সাদা কাগজ	A4 সাইজের ৮০ গ্রাম	৫টি



চিত্র-৪.৭৬ ফেসিং



চিত্র-৪.৭৭ টার্নিং

কাজের ধারা

- প্রয়োজনীয় পিপিই পরিধান করো;
- ছকে উল্লেখিত তালিকা ও প্রয়োজন অনুযায়ী মালামাল এবং যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করো;
- একটি সিলিন্ড্রিক্যাল কার্যবস্তু হেডস্টকের সাথে লাগানো থ্রি 'জ' চাকে ভালভাবে আটাকাও;
- একটি সিঙ্গেল পয়েন্ট কাটিং টুলকে টুল পোস্টে ভালভাবে বাঁধ;
- ক্যারেজের বিভিন্ন অংশসমূহ ঠিক আছে কিনা দেখে নাও;
- ক্যারেজকে নিরাপদ দূরত্বে রেখে লেদ মেশিনের সুইচ-অন করে মেশিন চালু করো;
- ফেসিং এর শুরুতে দেখে নাও কার্যবস্তুর সেন্টার পর্যন্ত ফেসিং সম্পন্ন হচ্ছে কিনা? যদি না হয়, তবে চাকের 'জ' ঢিলা করে কার্যবস্তুকে আবারো অনুভূমিকভাবে এল্যাইন করে বাঁধ এবং পুনরায় ফেসিং সম্পন্ন করো;
- কার্যবস্তুর ব্যাস অনুযায়ী লেদ মেশিনে RPM (কাটিং স্পিড ২৫ থেকে ৩০ এর মধ্যে) সেট করে টার্নিং সম্পন্ন করো;
- ফেসিং সম্পন্ন হলে কার্যবস্তুতে টার্নিং এর জন্য রাফ কাট দিয়ে একবার টার্নিং সম্পন্ন করো;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করো;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করো;
- নষ্ট মালামাল (Wast) ও স্ক্র্যাপগুলো (Scrap) নির্ধারিত স্থানে ফেলা;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দাও ইত্যাদি।

কাজের সতর্কতা

- কাজের সময় হ্যান্ড গ্লাভস ব্যবহার করতে হবে;
- মেশিন পরিষ্কার করে যথাস্থানে তৈলাক্ত করতে হবে;
- কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত করতে হবে;
- প্রয়োজনমত মেশিন গার্ড ব্যবহার করতে হবে;
- ক্যারেজ অপারেশনের সময় অন্য মনস্ক হওয়া থেকে বিরত থাকতে হবে;
- ক্যারেজ অপারেশনের সময় হাত এবং আঙ্গুল যেন কোন অবস্থাতেই কাটিং টুলের মাথায় স্পর্শ না করে সে দিকে খেয়াল রাখতে হবে ইত্যাদি।

অর্জিত দক্ষতা/ফলাফল

লেদ মেশিন অপারেশনে ক্যারেজ পরিচালনা করতে সক্ষম হবে।

ফলাফল বিশ্লেষণ/মন্তব্য

লেদ অপারেশনে এর যথাযথ প্রয়োগ করতে সক্ষম হবে।

২০২৫

অনুশীলনী-৪

অতি সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১. লেদ কী ধরনের মেশিন?

২. লেদের সেফটি ডিভাইসসমূহের নাম লেখ।

৩. লেদের ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসসমূহের নাম লেখ।

৪. লেদে কলেট চাক কেন ব্যবহার করা হয়?

৫. লেদে ম্যাগনেটিক চাক কেন ব্যবহার করা হয়?

সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১. লেদে ফীড রড কী কাজ করে?

২. লেদে লীড স্ক্রু কেন ব্যবহার করা হয়?

৩. থ্রী 'জ' সেল্‌ফ সেন্টারিং চাকের ব্যবহার লেখ।

৪. ফোর 'জ' ইনডিপেন্ডেন্ট চাকের ব্যবহার লেখ।

৫. লেদ স্পিন্ডলের এল্যাইনমেন্ট টেষ্ট করার প্রয়োজন হয় কেন? সঠিক উত্তরটি লেখ এবং যুক্তি দেখাও।

(ক) সঠিক মানের কার্যবস্তুর উৎপাদনের জন্য

(খ) কার্যবস্তুর মেশিনিং অপারেশনে পরিমাপ সঠিক রাখার জন্য

(গ) কার্যবস্তুর সারফেস ফিনিস ভাল হওয়ার জন্য

(ঘ) উপরের সবগুলোই সঠিক

রচনামূলক প্রশ্ন

১. ক্যারেজ কী? ক্যারেজের বিভিন্ন অংশের বর্ণনা দাও।

২. লেদের কন্ট্রোল ডিভাইসসমূহের কাজ বর্ণনা করো।

৩. লেদের ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসসমূহের ব্যবহার বর্ণনা করো।

৪. লেদের যত্ন ও রক্ষণাবেক্ষণ বর্ণনা করো।

পঞ্চম অধ্যায়

বেসিক মিলিং অপারেশন

Basic Milling Operation



মানব সভ্যতাকে এগিয়ে নেয়ার ক্ষেত্রে যুগান্তকারী কয়েকটি উদ্ভাবনের মধ্যে উল্লেখযোগ্য আবিষ্কার হচ্ছে চাকা। চাকাকে বলা হয় উন্নয়ন ও সভ্যতার গতি। জীবন যাপনের জন্য সবাইকে সময়ের সাথে দৌড়াতে হয়। সময় মূল্যায়নে জীবনের এ দৌড় শুধু দু'পায়ের উপর নির্ভর করে না, বরং মূল্যবান এ সময়কে দ্রুত কাজে লাগানোর জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণের মধ্যে অতিরিক্ত গতিমাত্রা প্রবর্তনের দরকার হয়; আর এ গতি সঞ্চালনে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখছে চাকা। পর্যায়ক্রমে এ চাকা গতি বৃদ্ধির প্রয়োজনে নতুন নতুন উপায় ও যন্ত্রাংশকে কাজে লাগিয়ে আজ আমরা উন্নয়নের চূড়ান্ত পথে ধাবিত হচ্ছি। উৎপাদন শিল্প কলকারখানায় ব্যবহৃত যন্ত্রপাতিতে বহুল ব্যবহৃত যন্ত্রাংশের নাম গিয়ার। বিভিন্ন ধরনের গিয়ার বানাতে সবচেয়ে যে মেশিনটি বেশি ব্যবহৃত হয় তার নাম মিলিং মেশিন। এ অধ্যায়ে আমরা মিলিং মেশিন সম্পর্কে জানব এবং এর ব্যবহার বিশেষ করে গিয়ারসহ অন্যান্য বেসিক অপারেশনসমূহ প্রয়োগ করতে পারব। অন্যান্য মেশিনের তুলনায় মিলিং মেশিন ব্যবহারের সুবিধা এবং স্বয়ংক্রিয়ভাবে বহু জটিল কার্যবস্তু উৎপাদন করতে পারব।

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- মিলিং সম্পর্কে ব্যাখ্যা করতে পারব;
- মিলিং অপারেশনে বিশেষ সেফটি ব্যবস্থা নিশ্চিত করতে পারব;
- মিলিং হোল্ডিং ডিভাইস ও এট্যাচমেন্টসমূহ ব্যাখ্যা করতে পারব;
- মিলিং অপারেশনে ব্যবহৃত এক্সেসরিজ ব্যবহার করতে পারব;
- মিলিং অপারেশন করে বিভিন্ন মিলিং ও স্লট তৈরি করতে পারব ;
- মিলিং মেশিনে কী-ওয়ে তৈরি করতে পারব।

উল্লেখিত শিখনফলগুলি অর্জনের লক্ষ্যে এই অধ্যায়ে আমরা চারটি জব সম্পন্ন করবো। এই চারটি জবের মাধ্যমে মিলিং মেশিন ও মিলিং অপারেশনে সম্পর্কে ব্যাখ্যা করা, টুলপোস্টে ঠিকভাবে কাটিং টুল ক্ল্যাম্পিং করা, মিলিং টেবিল মোশন সেটিং করা, অটোমোশনে কাজ করা, সচারচার ব্যবহৃত এট্যাচমেন্ট চিহ্নিত করে ব্যবহার করা এবং জব তৈরিতে যাবতীয় কার্যাবলী (যেমন- স্লট মিলিং (Slot Milling), উল্লম্ব (Vertical) মিলিং, অনুভূমিক (Horizontal) মিলিং, সাইড (Side) মিলিং, গ্যাং (Gang) মিলিং, স্ট্র্যাডল (Sraddle) মিলিং, আপ এবং ডাউন (Up and Down)) মিলিং ও ফর্ম (Form) মিলিং ইত্যাদি সম্পর্কে দক্ষতা অর্জন করব। জবগুলো সম্পন্ন করার পূর্বে প্রথমে প্রয়োজনীয় তাত্ত্বিক বিষয়সমূহ জানব।

মিলিং মেশিন পরিচিতি

আবর্তনশীল বহু দাঁতবিশিষ্ট কাটিং টুল দ্বারা কেটে কোনোকিছুর আকৃতি প্রদান করার কর্মপ্রক্রিয়াকে মিলিং বলা হয়। যে মেশিনের সাহায্যে এ কর্মপ্রক্রিয়া সম্পাদন করা হয় তাকে মিলিং মেশিন বলে। ১৬৬৪ সালের প্রথমদিকে, ব্রিটিশ বিজ্ঞানী হুকার কোনো কিছু কাটার জন্য একটি মেশিন তৈরি করে। এর উপর পর্যায়ক্রমে ১৮৬২ সালে যুক্তরাষ্টে ব্রাউন বিশ্বের প্রথম গ্রহনযোগ্য মিলিং মেশিন তৈরি করেন। মিলিং মেশিনের ইউনিভার্স্যাল ইনডেক্সিং ডিস্ক এবং ইন্টিগ্রেটেড মিলিং কাটারের ক্ষেত্রে ইহা ছিল যুগান্তকারি উদ্যোগ। তিনি ১৮৬৭ সালে প্যারিস এক্সপোজিশনে প্রদর্শিত "ইউনিভার্স্যাল মিলিং মেশিন" ডিজাইন করেন। মিলিং এর আধুনিক আবিষ্কারের ক্ষেত্রে ১৯৫০ এর দশকে NC (Numerical Control) ল্যাবরেটরি থেকে মেশিনশপের দিকে চলে আসে। প্রাথমিকভাবে, এনসি মেশিনিং কেবল মহাকাশ অ্যাপলিকেশনগুলোতে ব্যবহৃত হলেও এখন আধুনিক উৎপাদনে ব্যাপক ব্যবহৃত হচ্ছে। রোটারি কাটিং টুল ব্যবহার করে কার্যবস্তু থেকে ধাতুকে অপসারন করে কাঙ্খিত আকার-আকৃতি প্রদানের লক্ষ্যেই মিলিং মেশিন ব্যবহার করা হয়। মিলিং মেশিনে কাটিং টুল ঘুরতে থাকে এবং কার্যবস্তুকে বাঁধা অবস্থায় কাটিং টুলের মুখে ঠেলে দিয়ে কাটা হয়। শেপার এবং লেদ মেশিনে সাধারণত কাটিং টুলের একটি মুখ বা দাঁত থাকে এবং ইহা অনবরত জব মেটেরিয়্যাল বা মালের সাথে ঘর্ষণের ফলে শীঘ্র গরম হয়ে ভোঁতা হয়ে যায়। কিন্তু মিলিং কাটারে সাধারণত দাঁত থাকে একাধিক। যখন একটি দাঁত কার্যবস্তুকে কাটে তখন অপর দাঁতগুলো ঠান্ডা হওয়ার সময় পায়। ফলে কাটারের আয়ু অনেক বেড়ে যায়। অন্যান্য মেশিনের তুলনায় মিলিং মেশিন ব্যবহারের সুবিধা বেশি, ইহা দ্বারা স্বয়ংক্রিয়ভাবে বহু জটিল আকৃতি বিশিষ্ট যন্ত্রাংশ বা কার্যবস্তু নিখুঁতভাবে বহুল পরিমানে উৎপাদন করা যায়। এই মেশিনের গঠন এইরূপ যে, ইহাতে হেলিক্স মিলিং, ক্যাম মিলিং, ইনডেক্সিং, ফ্লুট কাটা, গিয়ার কাটা ইত্যাদি নানা প্রকার সূক্ষ্ম ও শ্রমসাপেক্ষে কাজ অনায়াসে নিখুঁতভাবে করা যায়। একটি আধুনিক মেশিনশপে যে সকল মেশিন টুল ব্যবহৃত হয় তন্মধ্যে মিলিং মেশিন হলো অধিকতর গুরুত্বপূর্ণ এবং বহুমুখী কার্যক্ষম। মিলিং মেশিন উদ্ভাবনের পূর্বে লেদ ওয়ার্ক ও ফোর্জিং ওয়ার্ক এর সাহায্যে কার্যবস্তুকে জটিল আকৃতিতে রূপ দেওয়া খুবই অসুবিধাজনক কাজ ছিল। কিন্তু বর্তমানে মিলিং মেশিনের সাহায্যে বিভিন্ন প্রকার সারফেস মেশিনিং, ড্রিলিং, গিয়ার মিলিং, বোরিং, স্পাইরাল মিলিং ইত্যাদি অপারেশনগুলি সহজে সম্পন্ন হয়ে থাকে।

৫.১ মিলিং মেশিনের প্রকারভেদ

বিভিন্ন প্রকার মিলিং মেশিনের নাম উল্লেখ করা হল-

- হরাইজন্টাল বা প্লেইন মিলিং মেশিন (Horizontal or Plain Milling Machine)
- বেড টাইপ মিলিং মেশিন (Bed Type Milling Machine)
- প্লেনার টাইপ মিলিং মেশিন (Planer Type Milling Machine)
- হ্যান্ড মিলিং মেশিন (Hand Milling Machine)
- ভার্টিক্যাল বা কলাম মিলিং মেশিন (Vertical Milling Machine)
- ইউনিভার্স্যাল মিলিং মেশিন (Universal Milling Machine)
- স্পেশিয়াল টাইপ মিলিং মেশিন।
    a) সিমপ্লেক্স মিলিং মেশিন (Simplex Milling Machine)
    b) ডুপলেক্স মিলিং মেশিন (Duplex Milling Machine)
    c) ট্রিপলেক্স মিলিং মেশিন (Triplex Milling Machine)
    d) ট্রেসার কন্ট্রোলড মিলিং মেশিন (Tracer Controlled Milling Machine)
    e) ড্রাম মিলিং মেশিন (Drum Milling Machine)
    f) ওমনিভার্স্যাল মিলিং মেশিন (Omniversal Milling Machine)
    g) প্রোফাইল মিলিং মেশিন (Profile Milling Machine)
    h) প্যান্টোগ্রাফ মিলিং মেশিন (Pantograph Milling Machine)
    i) প্ল্যানেটারী মিলিং মেশিন (Planetary Milling Machine)
    j) সিএনসি মিলিং মেশিন (CNC Milling Machine) ইত্যাদি।

৫.১.১ হরাইজন্টাল বা প্লেইন মিলিং মেশিন (Horizontal or Plain Milling Machine)

এই প্রকার মিলিং মেশিনের স্পিন্ডলটি হরাইজন্টাল বা অনুভূমিক অবস্থায় কাজ করে বলে এরূপ নামকরণ করা হয়েছে। এটি অপেক্ষা অনেক বেশি মজবুত ও ভারী কাজের উপযুক্ত করে নির্মিত হয়। এই প্রকার মেশিনের টেবিলকে ভার্টিক্যাল, আড়াআড়ি (Transverse or Crosswise) ও লম্বা লম্বি বা স্বয়ংক্রিয়ভাবে চালিত করা যায়। এই মেশিনে নী এর উপর স্যাডল এবং তার উপর টেবিল বসানো থাকে। যে যান্ত্রিক ব্যবস্থা দ্বারা নী-কে কলামের সাথে সংযুক্ত করা যায়, তা দ্বারা টেবিলের ভার্টিক্যাল গতি পাওয়া যায়। একে ভার্টিক্যাল ফিড বলে। নী-এর উপর স্যাডলকে চালিত করে আড়াআড়ি গতি পাওয়া যায়। ইহাকে ক্রস ফীড বলে।



চিত্র-৫.১ হরাইজন্টাল বা প্লেইন মিলিং মেশিন

স্যাডলের উপর টেবিলকে চালনা করে লম্বা লম্বি গতি পাওয়া যায়। ইহাকে রৈখিক টেবিল ফিড বলে। স্পিন্ডলটি কলামের উপরাংশে অনুভূমিক তলে থাকে এবং কাটারটি সোজাসুজি স্পিন্ডলে বা আরবরে বাঁধা থাকে। এই প্রকার মেশিনের সাথে সাধারণত ডিভাইডিং হেড থাকে না এবং ভার্টিক্যাল এট্যাচমেন্ট ব্যতীত স্পাইর‌্যাল মিলিং এর কাজ করা যায় না। এই প্রকার মেশিন খুব মজবুত হওয়ায় সাধারণ মিলিং ওয়ার্ক দ্রুত হয়।

৫.১.২ বেড টাইপ মিলিং মেশিন (Bed Type Milling Machine)

বেড টাইপ মিলিং মেশিনের টেবিল একটা নিরেট ও অনড় বেডের উপর স্থাপন করা থাকে বলে এই মেশিনের এরূপ নামকরণ করা হয়েছে। বেড টাইপ মিলিং মেশিনের টেবিল উপরে, নিচে বা আড়া-আড়ি চলাচল করে না। কেবলমাত্র লম্বা লম্বি চলাচল করে। এই প্রকার মিলিং মেশিনের স্পিন্ডল হেড এ্যাডজাস্টেবল হয় না। হেভী কাট দিয়ে মাল কাটার জন্য ক্ষমতাসম্পন্ন বলে এই মেশিন উৎপাদন কাজে ব্যবহৃত হয় এবং একই রকম, অনেকগুলি জব একত্রে মিলিং করা যায় বলে মেশিন সেটিং ঘন ঘন পরিবর্তন করতে হয় না।



চিত্র-৫.২ বেড টাইপ মিলিং মেশিন

৫.১.৩ প্লেনার টাইপ মিলিং মেশিন (Planer Type Milling Machine)

প্লেনিং মেশিনের ন্যায় গঠন ও প্লেনিং মেশিনে যে ধরনের কাজ করা যায় এই মেশিনেও সেই ধরনের কাজ করা যায় বলে একে প্লেনার টাইপ মিলিং মেশিন বলে। এর দুই পার্শ্বে অবস্থিত দুটি স্তম্ভকে অবলম্বন করে আড়া-আড়ি অবস্থিত একটি রেইল উঠা নামা করে এবং এই রেইলে এক বা একাধিক কাটারসহ স্পিন্ডলহেড ও স্যাডল উঠানামা করতে পারে। কোনো কোনো মেশিনে দুই পার্শ্বের দুই স্তম্ভে দুটি স্পিন্ডল থাকে এবং এদেরকে উপরে, নিচে ও পার্শ্বের দিকে সরানো যায়। প্লেনিং মেশিনের সাথে এই মেশিনের পার্থক্য হলো যে, প্লেনিং মেশিনে টেবিলটি জব কাটার সময় দ্রুত যাতায়াত করে, আর প্লেনার মিলিং মেশিনে জব কাটার সময় টেবিলটি ধীরে ধীরে কার্যবস্তুকে কাটারের দিকে এগিয়ে দেয়। এই মেশিনের প্রতিটি স্পিন্ডল হেড পৃথক পৃথক মটর দ্বারা চালিত হয় বলে এর গঠন খুব সহজ হয়। অনেকগুলো কাটার দ্বারা অনেকগুলো পৃষ্ঠ কাটা যায় বলে এই মেশিনে দ্রুত উৎপাদন ক্রিয়া সম্পন্ন করা যায়।



চিত্র-৫.৩ প্লেনার টাইপ মিলিং মেশিন

৫.১.৪ হ্যান্ড মিলিং মেশিন (Hand Milling Machine)

হ্যান্ড মিলিং মেশিনের গঠন খুবই সরল। এই প্রকারের মেশিন টেবিলের সকল প্রকার ফীড হাতে দেয়া যায়। অর্থ্যাৎ স্বয়ংক্রিয়ভাবে ফীড দেয়ার ব্যবস্থা এই মেশিনে থাকে না। কলামের উপরাংশে অবস্থিত স্পিন্ডল নোজে আটকানো অনুভূমিক আরবরে কাটার বাঁধা হয় এবং উহাকে বৈদ্যুতিক শক্তি দ্বারা ঘুরানো হয়। এই প্রকারের মেশিন আকারে ছোট হয় এবং স্লট, গ্রুভ, চাবির ঘাট ইত্যাদি হালকা ও সহজ কাজে এই মেশিন বিশেষভাবে উপযোগী।



চিত্র-৫.৪ হ্যান্ড মিলিং মেশিন

৫.১.৫ ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিন (Vertical Milling Machine)

ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনের স্পিন্ডলের অক্ষ ভার্টিক্যাল অবস্থায় কলামের ফেইসের সাথে সমান্তরালভাবে ও টেবিলের সাথে লম্বভাবে থাকে বলেই ইহার এরূপ নামকরণ হয়েছে। স্পিন্ডলের অবস্থান ব্যতীত ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনের গঠন প্রণালী ও চালানোর পদ্ধতি হরাইজন্টাল মিলিং মেশিনের অনুরূপ। এই মেশিনের স্যাডল অংশ হরাইজন্টাল মিলিং মেশিনের ন্যায় প্লেইন ও ইউনিভার্স্যাল উভয় প্রকারেরই হয়ে থাকে। কোন কোন ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনের হেডকে অনুভূমি অক্ষকে কেন্দ্র করে প্রয়োজনীয় কোণে ঘুরানো যায় এবং যেকোনো অবস্থানে লক করা যায়। ফলে স্পিন্ডলে বাঁধা কাটারের সাহায্যে কার্যবস্তুকে কৌণিকভাবে কাটা যায়। কোনো কোনো মেশিনে



চিত্র-৫.৫ ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিন

আবার হেডটিকে উপর নিচে উঠানো নামানো যায়। ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনে ফেইস মিলিং কাটার, এন্ড মিল কাটার, শেল এন্ড মিল, টী-স্লট কাটার, ডাভটেইল কাটার প্রভৃতি স্পিন্ডলে বেঁধে উপর পৃষ্ঠ, পাশের দিক, কৌণিক তল, টী-স্লট, ডাভটেইল স্লট, গ্রুভ, কী-ওয়ে, ষড়ভূজ বিশিষ্ট তল, সার্কুলার স্লট, বোরিং, রিমিং,

ড্রিলিং প্রভৃতি কাজ অত্যন্ত যত্নসহকারে করা যায়। ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনে কাটারটি স্পিন্ডল নোজে দৃঢ়ভাবে ধরা যায় বলে ইহাতে কোপ বা ডেপথ অব কাট বেশি দিয়ে মাল কাটা যায়।

৫.১.৬ ইউনিভার্স্যাল মিলিং মেশিনের (Universal Milling Machine)


চিত্র-৫.৬ ইউনিভার্স্যাল মিলিং মেশিন

এ ধরনের মিলিং মেশিনের টেবিলে সকল প্রকার গতি প্রয়োগ করা যায় এবং ডিভাইডিং হেডের চেঞ্জ গিয়ার ব্যবহার করে যেকোনো প্রকার মিলিং অপারেশন করা যায়। এর টেবিল উভয় দিকে ৪৫ ডিগ্রী পর্যন্ত কাত করা যায়। অনুভূমিক মিলিং এর ক্ষেত্রে টেবিলের তিন প্রকার গতি ছাড়াও ইহাতে একটি চতুর্থ প্রকারের গতি পাওয়া যায়। এই প্রকারের মেশিনে মিলিং এর প্রায় সকল প্রকার কাজ করতে পারা যায় বলে এটিকে ইউনিভার্স্যাল মিলিং মেশিন বলা হয়। ইউনিভার্স্যাল মিলিং মেশিনের স্যাডল দুই অংশে বিভক্ত থাকে। উপরের অংশকে ব্লক এবং নিচের অংশকে ইউনিভার্স্যাল স্যাডল বলে। সুইভেল ব্লকের উপর টেবিলটি অবস্থান করে। টেবিলকে হাতে বা স্বয়ংক্রিয়ভাবে লম্বা লম্বি, আড়া-আড়ি এবং উলম্বভাবে ফীড দেওয়া যায়। সুইভেল ব্লকটি ইউনিভার্স্যাল স্যাডলের উপরে যে বৃত্তাকার পথ কাটা থাকে উহার সাহায্যে স্যাডলের কেন্দ্রকে কেন্দ্র করে অনুভূমিক তলে ঘুরতে পারে। টেবিলটিকে অনুভূমিক তলে অর্থাৎ পৃথিবী পৃষ্ঠের সমান্তরাল সমতলে ঘুরানো যায় এবং যেকোনো অবস্থানে লক করা যায়। হেলিক্যাল মিলিং করা যায় এবং কিছু এট্যাচমেন্ট ব্যবহার করে অনেক জটিল মিলিং অপারেশন করা যায়। ইউনিভার্স্যাল মিলিং মেশিনে ডিভাইডিং হেড, রোটারি টেবিল, ইউনিভার্স্যাল মিলিং এট্যাচমেন্ট, ভার্টিক্যাল স্পিন্ডল এট্যাচমেন্ট, র‍্যাক মিলিং এট্যাচমেন্ট, স্লটিং এট্যাচমেন্ট ইত্যাদি সংযোগ করে সকল প্রকার মিলিং অপারেশন সম্পন্ন করা যায়।

ইউনিভার্স্যাল মিলিং মেশিনের সাথে কিছু বিশেষ এট্যাচমেন্ট ব্যবহার করা হয় যেমন-

- স্লটিং এট্যাচমেন্ট (Slotting Attachment)
- রোটারি এট্যাচমেন্ট (Rotary Attachment)
- ভার্টিক্যাল এট্যাচমেন্ট (Vertical Milling Attachment)
- ইনডেক্স হেড বা ডিভাইডিং হেড (Index Head or Dividing Head) ইত্যাদি।

৫.১.৭ সিমপ্লেক্স মিলিং মেশিন (Simplex Milling Machine)

সিমপ্লেক্স মিলিং মেশিনের স্পিন্ডল বা স্পিন্ডল হ্যান্ডেল শুধুমাত্র এক দিকে যাতায়াত করতে পারে। সাধারণত এটি ভার্টিক্যাল দিকেই যাতায়াত করে। সিমপ্লেক্স মিলিং মেশিনে আমরা নিম্নরূপ সুবিধা পেতে পারি যেমন-

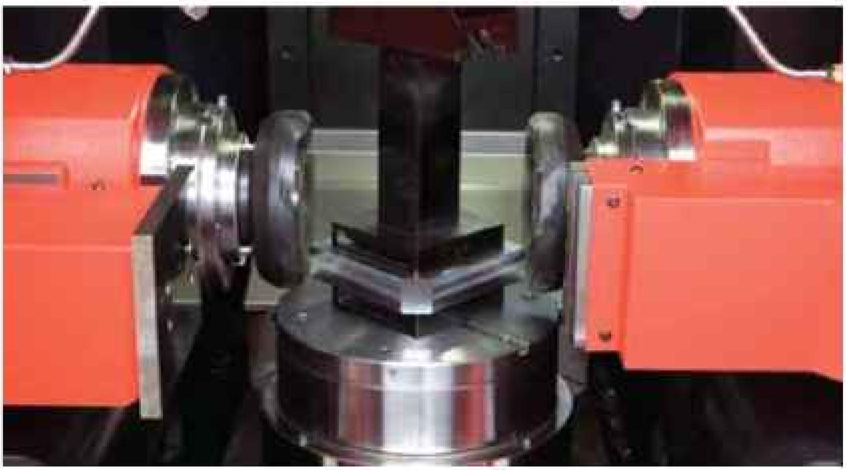
- নিখুঁত মিলিং করা যায়

- নরম লোহার কার্যবস্তুতে মসৃন তল (Surface Finish) এবং তলের সমতলতা (Flatness) ভাল পাওয়া যায়
- কম রক্ষণাবেক্ষণ খরচে কাটিং টুলের লাইফ দীর্ঘ হয় এবং উৎপাদন (Productiviy) ক্ষমতাও ভাল পাওয়া যায় ইত্যাদি।



চিত্র-৫.৭ সিমপ্লেক্স মিলিং মেশিন

৫.১.৮ ডুপ্লেক্স মিলিং মেশিন (Duplex Milling Machine)



চিত্র-৫.৮ ডুপলেক্স মিলিং মেশিন

ডুপ্লেক্স মিলিং মেশিনগুলো দুটি মেশিন যা অন্যটির বিপরীতে অবস্থিত, যা পৃথকভাবে বা একক মিলিং মেশিন হিসাবে কাজ করতে পারে, যখন কার্যবস্তুটি একযোগে ২টি স্পিন্ডল দিয়ে মেশিনিং করা যায়। স্পিন্ডল উভয় অনুভূমিক এবং উল্লম্ব দিকগুলিতে যেতে পারে। এই মেশিনের সুবিধাগুলো নিম্নরূপ-

- সচারচার ব্যবহৃত মিলিং এর চেয়ে প্রতিটি মেশিনে ৫০% অধিক উৎপাদন বৃদ্ধি করা যায়;
- বেশিরভাগ ক্ষেত্রেই একক সেটআপে যন্ত্রাংশ মেশিনিং করে নির্ভুল উৎপাদন সম্ভব হয়;
- একজন নির্দিষ্ট অপারেটর ডুপ্লেক্স মিলিং মেশিন নিয়ন্ত্রণ করতে পারে;
- দুটি একক মেশিনের সাথে তুলনা করলে এতে জায়গা কম লাগে;
- বেশী উৎপাদনশীলতার জন্য এ ধরনের মেশিন প্রয়োজন;
- এ মেশিনে বিভিন্ন কনফিগারেশন কার্যবস্তুতে কাজ করা যায় ইত্যাদি।

৫.১.৯ ট্রিপলেক্স মিলিং মেশিন (Triplex Milling Machine)

ট্রিপলেক্স মিলিং মেশিনের স্পিন্ডল থ্রী ডাইমেনশনাল (X, Y ও Z) কাজ করতে পারে বলে এই মেশিনকে ট্রিপলেক্স মিলিং বলে। প্রোডাক্ট চাহিদা মোতাবেক তৈরি করা যায়। অধিক উৎপাদনশীল এবং সূক্ষ্ম মাপ বাজায় রাখা যায়।



চিত্র-৫.৯ ট্রিপলেক্স মিলিং মেশিন

৫.১.১০ ট্রেসার কন্ট্রোলড মিলিং মেশিন (Tracer Controlled Milling Machine)

ট্রেসার-নিয়ন্ত্রিত মিলিং মেশিনগুলি ট্রেসার নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে কপি করতে পারে। এ মেশিন দিয়ে গাড়ি পুণরূপ দেয়া যায় এবং কোনো কিছুর অভ্যন্তরীণ ও অনাভ্যন্তরীণ আকৃতি হুবুহু প্রদান করা যায়। ট্রেসার নিয়ন্ত্রিত মিলিং মেশিনগুলি মেশিনিং ক্যাম, খাঁজ, কনট্যুর সারফেস ইত্যাদির জন্য ব্যবহৃত হয়।

এই মেশিনগুলো জটিল আকৃতির ডাইস এবং অনিয়মিত আকারের কার্যবস্তু উৎপাদনের জন্য প্রযোজ্য। এর টেবিল হাইড্রোলিক সিস্টেম দ্বারা পরিচালিত হয়। এই ধরনের বিন্যাসকে সার্ভোমেকানিজম বলা হয় এবং এটি জটিল সিস্টেম।

ট্রেসার কন্ট্রোলড মিলিং মেশিনগুলো মেশিনিং ক্যাম, খাঁজকাটা, পাতলা পৃষ্ঠ ইত্যাদির জন্য ব্যবহৃত হয়। ডাই সিংকিং (Die Sinking) এবং গহ্বর (Cavities) তৈরিতে ত্রিমাত্রিক প্রোফাইলার বা ডুপ্লিকেটার সিস্টেম ব্যবহার করা হয়।



চিত্র-৫.১০ ট্রেসার কন্ট্রোলড মিলিং মেশিন

৫.১.১১ ড্রাম মিলিং মেশিন (Drum Milling Machine)

ড্রাম টাইপ মিলিং মেশিন শুধুমাত্র শিল্প ক্ষেত্রে উৎপাদন কাজেই ব্যবহৃত হয়। এই ধরনের মেশিনে একটি ভার্টিক্যাল অক্ষ বরাবর একটি ড্রাম রয়েছে, যা ফেরির হুইলের (Ferry's wheel) মতো একটি অনুভূমিক অক্ষের উপর ঘুরে। কাটিং টুলগুলো ফেস মিলার ধরনের এবং রোটারি-টেবিল মিলারের মতো রাফ এবং ফিনিশিং কাটার ব্যবহার করা হয়। এই প্রকার মিলিং মেশিনের সাথে রোটারি টেবিল মিলিং মেশিনের সাদৃশ্য হচ্ছে যে, উভয় প্রকার মেশিনেই টেবিলটি কার্যবস্তুকে কাটার সময় ঘুরে। ড্রাম টাইপ মিলিং মেশিনে অনুভূমিক অক্ষকে কেন্দ্র করে ঘুরতে পারে, এরূপ দুই বা ততোধিক স্পিন্ডলে ফেইস মিলিং কাটার বাঁধা যায় এবং এই

২০২৫

স্পিন্ডলগুলোর ঠিক মাঝখানে অবস্থিত ড্রাম আকৃতি বিশিষ্ট টেবিলের দুই পার্শ্বে কার্যবস্তুকে বেঁধে টেবিলটিকে অনুভূমিক অক্ষকে কেন্দ্র করে ঘুরানো হয়। ড্রাম টাইপ মিলিং মেশিনে কার্যবস্তুর দুই পার্শ্ব একসঙ্গে কাটা যায়। ড্রামটি একপাক ঘুরলে কার্যবস্তুগুলি কাটা হয়ে যায়, তখন কার্যবস্তুগুলিকে খুলে রেখে নতুন কার্যবস্তু আবার টেবিলে বাঁধা হয়। এই চক্র অবিরামভাবে চলতে থাকে। যে সকল কার্যবস্তুর দুই পার্শ্ব কাটতে হয়, সে সকল বস্তুকে ড্রাম টাইপ মিলিং মেশিনে; রোটারি টেবিল মিলিং মেশিন অপেক্ষা দ্বিগুণ হারে উৎপাদন করা যায়। রোটারি টেবিল ও ড্রাম টাইপ মিলিং মেশিন মটর গাড়ী ও ট্রাক্টরের বড় বড় ঢালাই অংশ বহু সংখ্যক এক সাথে কাটতে খুব বেশি ব্যবহৃত হয়।



চিত্র-৫.১১ ড্রাম মিলিং মেশিন

বিশেষ কাজে ব্যবহৃত মিলিং (Special Purpose Milling)

- রোটারি টেবিল মিলিং মেশিন (Rotary Table Milling Machine);
- ড্রাম টাইপ মিলিং মেশিন (Drum Type Milling Machine);
- প্রোফাইল মিলিং মেশিন (Profile Milling Machine);
- ডুপ্লিকেটিং বা প্যান্টোগ্রাফ মিলিং মেশিন (Duplicating or Pantograph Milling Machine);
- প্ল্যানেটারী মিলিং মেশিন (Planetary Milling Machine);
- ট্রেসার কন্ট্রোল বা ডাই সিংকিং মিলিং মেশিন (Tracer Control or Die Sinking Milling Machine) ইত্যাদি।

৫.১.১২ অমনিভার্স্যাল মিলিং মেশিন (Omniversal Milling Machine)



চিত্র-৫.১২ অমনিভার্স্যাল মিলিং মেশিন

অমনিভার্স্যাল মিলিং মেশিন দেখতে অনেকটা ইউনিভার্স্যাল মিলিং মেশিনের ন্যায়। কেবলমাত্র পার্থক্য হলো এর নী কলামের সম্মুখে অবস্থিত মধ্যবর্তী একটা স্যাডলের উপর সুইভেলিং বেইসে এমনভাবে অবস্থিত, যে এর নী-কে স্পিন্ডলের সমান্তরাল অক্ষকে কেন্দ্র করে সুইভেল করে বা ঘুরিয়ে প্রয়োজনীয় কোণে লক করা যায়। ফলে ইউনিভার্স্যাল মিলিং মেশিনের টেবিলকে যত প্রকার গতি দেয়া যায়, তেমনি এই মেশিনে টেবিলকে উলম্ব তলে ঢালু করে বাঁধা অবস্থায় নী-

২০২৫

ব্যবস্থাকে অনুভূমিক তলে চালনা করা যায়। অমনিভার্স্যাল মিলিং মেশিনে টেপার, স্পাইর‍্যাল, রিমার, গ্রুভ, বিভেল গিয়ার টুথ ইত্যাদি সহজে মিলিং করা যায়।

৫.১.১৩ প্রোফাইল মিলিং মেশিন (Profile Milling Machine)

প্রোফাইল মিলিং মেশিন বেড টাইপ ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনের শ্রেণিভূক্ত। এর স্পিন্ডল উলম্ব তলে এবং কাটার হেডকে অনুভূমিক তলে সরিয়ে ইঙ্গিত অবস্থানে বাঁধা যায়। প্রোফাইল মিলিং মেশিন ডাই বা ছাঁচ কাটতে এবং নানান জটিল আকৃতি বিশিষ্ট জবের বাহ্যসীমা (Profile) কাঁটতে ব্যবহৃত হয়। এই মেশিনের বৈশিষ্ট্য হলো এতে যে মাল কাটতে হবে তার বাহ্যরেখা অঙ্কিত একটা টেমপ্লেট এই মেশিনে বাঁধা হয় এবং একটা গাইড পিন সেই বাহ্যরেখা অনুসরণ করে কাটারকে পরিচালিত করে। কাটারের অবস্থান অনুযায়ী গাইড পিনকে এরূপভাবে বাঁধতে হয় এবং বাহ্যরেখা অঙ্কিত প্লেটটিকে মেশিন টেবিলের সাথে এরূপভাবে সেট করতে হয় যাতে গাইড পিনটি বাহ্যরেখা অনুসরণ করলে কাটারটিও অনুরূপভাবে পদার্থ কেটে যেতে পারে।



চিত্র-৫.১৩ প্রোফাইল মিলিং মেশিন

৫.১.১৪ প্যান্টোগ্রাফ মিলিং মেশিন (Pantograph Milling Machine)

এ ধরনের মেশিনে একটি বস্তুকে নকল করে সেই মাপের অথবা সেই মাপ অপেক্ষা ছোট বা বড় অবিকল আকৃতির কার্যবস্তু প্যান্টোগ্রাফ যান্ত্রিক ব্যবস্থায় কাটা হয়। এই মেশিনে চারটি 'যান্ত্রিক বার' বা লিংক একটি সামান্তরিকের মত যুক্ত থাকে। দ্বি-মাত্রিক বা ত্রি-মাত্রিক এই দুই প্রকার মডেলের প্যান্টোগ্রাফ মেশিন হয়। দ্বি-মাত্রিক মেশিনে বিভিন্ন অক্ষে এন্ড গ্রুভিং এর কাজ হয়; আর ত্রি-মাত্রিক মেশিনে যেকোনো আকৃতির বস্তুর অনুকরণে জব কাটা যায়। ট্রেসিং-স্টাইলাস নামে পরিচিত একটি পিন যে বস্তুকে নকল করা হবে তার উপর হাতে চালনা করতে হয় এবং স্পিন্ডলে অবস্থিত কাটারটি ঠিক সেই পথেই কার্যবস্তুকে কেটে মডেলের অনুরূপ আকৃতি দেয়।



চিত্র-৫.১৪ প্যান্টোগ্রাফ মিলিং মেশিন

৫.১.১৫ প্ল্যানেটারী মিলিং মেশিন (Planetary Milling Machine)

প্ল্যানেটারী মিলিং মেশিনে কার্যবস্তুটি টেবিলে বাঁধা অবস্থায় স্থির থাকে, আর এক বা একাধিক ঘুরন্ত কাটার বৃত্তাকার পথে ঘুরে ঘুরে বস্তুটির বহিঃপৃষ্ঠ, ভেতরের পৃষ্ঠ বা একই সঙ্গে উভয় পৃষ্ঠ বেলনাকারে কাটতে থাকে। এই শ্রেণির মেশিনগুলো বাইরের পৃষ্ঠ বা ভেতরের পৃষ্ঠে প্যাঁচ বা থ্রেড কাটতে বিশেষভাবে ব্যবহৃত হয়।



চিত্র-৫.১৫ প্ল্যানেটারী মিলিং মেশিন

৫.১.১৬ সিএনসি মিলিং মেশিন (CNC Milling Machine)

কম্পিউটার নিউমারিক্যাল নিয়ন্ত্রণ মিলিং বা সিএনসি মিলিং এমন একটি মেশিনিং প্রক্রিয়া যা কম্পিউটারাইজড কন্ট্রোলগুলি এবং ঘুর্ণন মাল্টিপয়েন্ট কাটিং টুলগুলো কার্যবস্তু থেকে ক্রমান্বয়ে ধাতু অপসারণ করে একটি কাস্টম ডিজাইন করা অংশ বা পণ্য উৎপাদন করতে পারে। সিএনসি মিলিং মেশিনে একাধিক অক্ষ বরাবর কাজ করার জন্য একটি ঘূর্ণায়মান সিলিন্ড্রিক্যাল কাটার ব্যবহার করা হয়। এ মেশিনের সাহায্যে যানবাহন বা যান্ত্রিক অংশ তৈরি করা যায়। এছাড়া কার্যবস্তুতে স্লট, ছিদ্র ও মেকানিক্যাল যন্ত্রাংশ তৈরি করা হয়। এ ধরনের বেশিরভাগ মেশিন তিন থেকে পাঁচটি অক্ষ বরাবরে কাজ করতে পারে। ফলে এ মেশিন দিয়ে সূক্ষ্ম যন্ত্রপাতি তৈরি করা যায়।



চিত্র-৫.১৬ সিএনসি মিলিং মেশিন

৫.২ মিলিং মেশিনের প্রধান অংশসমূহ

মিলিং একটি জটিল মেশিন। কয়েকশত পৃথক যন্ত্রাংশকে মিলিয়ে যথাযথভাবে একটি শক্তিশালী ও নির্ভুল মেশিন তৈরি করা হয়। মিলিং অপারেশনের সাথে যে যন্ত্রাংশগুলো সরাসরি সম্পৃক্ত সেগুলোকেই আমরা প্রধান অংশ বলে থাকি। যেমন-

১. বেস (Base)
২. নী (Knee)
৩. টেবিল (Table)
৪. কলাম (Column)
৫. আরবর সার্পোট (Arbor Suppor)
৬. স্পিন্ডল (Spindle)
৭. ওভার আর্ম বা ওভারহ্যাঙ্গিং আর্ম (Over Arm / Overhanging Arm)
৮. স্যাডল ও সুইভেল টেবিল (Saddle and Swivel Table)
৯. পাওয়ার ফীড মেকানিজম (Power Feed mechanism) ইত্যাদি।



চিত্র-৫.১৭ মিলিং মেশিন

৫.২.১ বেস (Base)



চিত্র-৫.১৮ বেস

বেস হলো মিলিং মেশিনের সর্বনিম্ন অংশ। ইহা মেশিনের সম্পূর্ণ ভার বহন করে এবং স্থায়ী বা অস্থায়ী সংযোগের মাধ্যমে মেশিনকে দৃঢ়ভাবে মেঝের উপর অবস্থান করতে সাহায্য করে। মেঝের সঙ্গে আটকানোর জন্য বেইসে গোলাকার ছিদ্র থাকে। বেইসের উপর কলাম ও এলিভেটিং স্ক্রু অবস্থান করে মিলিং মেশিনের অন্যান্য অংশকে ধারণ করে। অধিকাংশ মিলিং মেশিনের কলাম ও বেইস সম্পর্কযুক্ত থাকায় ঢালাই করে উৎপন্ন করা হয়। আর যে মিলিং মেশিনে অধিক ওজন প্রযোজ্য না হয় সে মিলিং মেশিনের জন্য বেইস ও কলাম পৃথকভাবে উৎপন্ন করা হয়ে থাকে এবং পরবর্তীতে সংযুক্ত করা হয়। বেইসের ভেতরের অংশ ফাঁপা থাকে এবং উহা কাটিং ফ্লুইডের আধার হিসাবে ব্যবহৃত হয়। মেশিনে কার্যবস্তুকে কাটার সময় কার্যবস্তুর ধাতু এবং কাটার যাতে অধিক উত্তপ্ত হয়ে না যায় তজ্জন্য বেইস থেকে পাম্পের সাহায্যে কাটারের অগ্রভাগে কাটিং ফ্লুইড সরবরাহ করা হয়।

৫.২.২ কলাম (Column)

কলাম মিলিং মেশিনের প্রধান কাঠামো। মেশিনের অন্যান্য অংশ, যেমন- নী, স্যাডল, টেবিল, ওভার আর্ম প্রভৃতির ভার বহন করে। ইহার উচ্চতা ও আকৃতির জন্য ইহাকে থামের ন্যায় দেখায় বলে ইহার নাম 'কলাম' অর্থাৎ স্তম্ভ হয়েছে। ইহা উচ্চ শ্রেণির কাস্ট আয়রন থেকে ঢালাই করে নির্মিত হয় এবং ইহার ভিতর ফাঁপা বাক্স আকৃতির হয়। কলামকে মজবুত করার জন্য ইহার ভেতর দিকে মোটা মোটা শির থাকে। ইহার অভ্যন্তরে মেশিনের স্পিন্ডল ও উহাকে ঘুরাবার যান্ত্রিক ব্যবস্থা এবং স্বয়ংক্রিয় ফীডের যান্ত্রিক ব্যবস্থা থাকে। মিলিং মেশিনের কলামের মধ্যে শক্তি সরবরাহকারী মটর, স্পীড পরিবর্তন মেকানিজম ও রিভার্স গিয়ার মেকানিজম বিদ্যমান থাকে। কোন কোন মিলিং মেশিনের কলামের অভ্যন্তরে তৈলাধার এবং ঐ তৈলাধারের লুব্রিকেটিং অয়েল চাপের সাহায্যে স্পিন্ডল, শক্তি সঞ্চালনকারী গিয়ার শ্রেণি এবং অন্যান্য গতিশীল অংশে লুব্রিকেটিং অয়েল পাঠানোর জন্য পাম্প থাকে। স্পিন্ডলকে ঠেস দেবার এবং আরবর সাপোর্ট এর মাধ্যমে আরবরকে দৃঢ়ভাবে সেট করার জন্য কলামের উপরের অংশে ওভার আর্ম অবস্থিত থাকে। মেশিনের নী যাতে নিখুঁতভাবে কলামের সাথে নব্বই ডিগ্রী কোণ রক্ষা করে উঠা নামা করতে পারে সেজন্য কলামের ফেইসে অর্থাৎ সম্মুখভাবে ডাভটেইল আকৃতির পথ কাটা থাকে। কোন কোন মেশিনে কলাম ও বেইস দুইটি অংশ পৃথকভাবে তৈরি হয় এবং কলামটি বেইসের উপর নাট ও বোল্ট দ্বারা নিখুঁতভাবে ফিট করা থাকে।



চিত্র-৫.১৯ কলাম

৫.২.৩ নী (Knee)

নী মিলিং মেশিনের সম্মুখ অংশ। কাস্ট আয়রন দ্বারা নী তৈরি করা হয়। নী স্যাডল ও টেবিলের ভার বহন করে উহাদেরকে কলামের সাথে সংযুক্ত রাখে। এ ছাড়া ফীড মটর ও গিয়ার বক্স, মেশিন ফীড সেটিং এর কন্ট্রোল, মেনুয়্যাল ভার্টিকেল ও ক্রস ফীড হ্যান্ড হুইল বা ক্র্যাঙ্ক এবং নী ও ক্রস স্লাইড লকিং লিভার ইহাতে অবস্থিত। কলাম ফেইস থেকে নী অনুভূমিক অবস্থায় থাকায় ইহাকে কলামের স্লাইডের উপর দিয়ে উঠানো–নামানো যায়। টেবিলের ডানে-বামে, স্যাডলের সামনে পিছনে এবং নী এর উপরে-নিচে চালনা নিয়ন্ত্রণ করার যান্ত্রিক ব্যবস্থা নী এর ভিতরে অবস্থিত থাকে। মেশিনের বেইসে অবস্থিত একটি নাটের মধ্যে ফিট করা এলিভেটিং স্ক্রু এর সাহায্যে নী-কে উঁচু–নিচু করে টেবিলকে উঠা -নামা করা হয়।



চিত্র-৫.২০ নী

৫.২.৪ স্যাডল (Saddle)

স্যাডল কাস্ট আয়রন নির্মিত হয় এবং টেবিল ও নী-এর মধ্যে অবস্থিত থেকে দুইটি কাজ সম্পাদন করে। প্রথমত: ইহার তলদেশে ডাভটেইল আকৃতির কাটা পথটি নী-এর উপর পৃষ্ঠে ডাভটেইল আকৃতির কাটা পথে ফিট হয়ে স্পিন্ডলের সহিত সমান্তরালভাবে কলাম ফেইসের সহিত আড়া-আড়িভাবে যাতায়াত করে টেবিলকে আড়া-আড়ি গতি দেয়। দ্বিতীয়ত: প্লেইন টাইপ মিলিং মেশিনের স্যাডলের উপর পৃষ্ঠে ভূমির সমান্তরাল ও স্পিন্ডলের সহিত লম্বভাবে ডাভটেইল আকৃতির যে পথ কাটা থাকে তা টেবিলকে কলাম ফেইসের সহিত সমান্তরালভাবে লম্বালম্বি চলাচলের ব্যবস্থা করে দেয়। ইউনিভার্স্যাল মিলিং মেশিনের স্যাড্ল দুইটি অংশে বিভক্ত থাকে। উপরের অংশকে সুইভেল ব্লক এবং নিচের অংশকে ইউনিভার্স্যাল স্যাডল বলে। সুইভেল ব্লকের উপর টেবিলটি লম্বালম্বি আসা-যাওয়া করতে পারে। ইউনিভার্স্যাল স্যাডল টেবিলকে অনুভূমিক তলে কোণিকভাবে ডান অথবা বাম দিকে ঘুরানোর ব্যবস্থা করে দেয় এবং যেকোনো অবস্থানে ইহাকে লক করা যায়। এছাড়া ইউনিভার্স্যাল স্যাডল নী-এর উপর অবস্থান করে টেবিলকে আড়া-আড়ি গতি দেয়। স্যাডলকে ক্রস স্লাইড (Cross Slide) বলা হয়।



চিত্র-৫.২১ স্যাডল

৫.২.৫ টেবিল (Table)

টেবিলের উপর জব বা কার্যবস্তুকে বাঁধা হয়। টেবিলের তলদেশে ডাভটেইল আকৃতির পথ কাটা থাকে এবং মিলিং মেশিনের স্যাডলের উপর পৃষ্ঠে



চিত্র-৫.২২ টেবিল

ডাভটেইল আকৃতির যে পথ কাটা থাকে সেই পথে অনুভূমিক তলে যাতায়াত করে। টেবিলের উপর পৃষ্ঠে দৈর্ঘ্য বরাবর তিন, চার সারি 'টী স্লট' কাটা থাকে এবং এইগুলো কার্যবস্তু, ভাইস, ডিভাইডিং হেড প্রভৃতি বাঁধতে প্রায় সকল সময় ব্যবহৃত হয়। টেবিলের দুই প্রান্তে প্রস্থ বরাবর দুইটি খাঁজ কাটা থাকে। টী-স্লটগুলো এই খাঁজে এসে মিলিত হয়। এই খাঁজগুলো কাটিং ফ্লুইড চলাচলের কাজে ব্যবহৃত হয়। কাটিং ফ্লুইড খাঁজ থেকে একটি গর্তের মধ্য দিয়ে এবং সেখান থেকে পাইপের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়ে বেইসে কাটিং ফ্লুইডের জন্য যে আধার থাকে সেখানে ফিরে যায়।

৫.২.৬ স্পিন্ডল (Spindle)

কলামের উপরের অংশে ও কলামের মধ্যে স্পিন্ডল দৈর্ঘ্য বরাবর ফাঁপা হয় এবং কলাম ফেইসের দিকের অংশ নির্ধারিত মানের টেপার হোল বিশিষ্ট থাকে, ইহা ক্রোমিয়াম যুক্ত অ্যালয় স্টিল দ্বারা তৈরি এবং উপযুক্ত মানের তাপ প্রক্রিয়াকরণযুক্ত (Heat Treament) হয়। ড্রাইভিং মটর থেকে ভী-বেল্টও গিয়ার বক্সের মাধ্যমে স্পিন্ডলে গতি সঞ্চালিত হয় এবং স্পিন্ডলটি ঘুরে। স্পিন্ডল, ইহাতে সংযুক্ত আরবর বা চাকের মাধ্যমে আটকানো মিলিং কাটারকে ঘুরায়, ফলে ঘুরন্ত কাটার কার্যবস্তুকে কাটতে পারে। হরাইজন্টাল টাইপ মিলিং মেশিনে স্পিন্ডল অনুভূমিক তলে এবং ভার্টিক্যাল টাইপ মিলিং মেশিনে স্পিন্ডলটি উলম্বভাবে ঘুরার ব্যবস্থা থাকে।



চিত্র-৫.২৩ স্পিন্ডল

৫.২.৭ ওভার আর্ম (Over Arm)

ওভার আর্ম কলামের একেবারে উপরের অংশে অবস্থিত থেকে কলাম ফেইসের সাথে সমকোণে অনুভূমিক তলে যাতায়াত করে এবং কলাম থেকে অনেকটা বাহিরে থাকে। বিভিন্ন নির্মাতাগণ বিভিন্ন আকৃতিতে ইহা নির্মাণ করেন। ওভার আর্ম, আরবর সাপোর্টের মাধ্যমে পরোক্ষভাবে আরবর ও কাটারের ভার বহন করে এবং কাটার ও আরবরকে নিউট্রালভাবে ঘুরতে সাহায্য করে। ওভার আর্ম এর এক প্রান্ত কলামের উপর কাটা পথে যাতায়াত করে এবং অপর প্রান্ত আরবর সাপোর্ট সরানোর বা আটকানোর জন্য ব্যবহৃত হয়। আরবর সাপোর্ট, ওভার আর্ম এর যেকোনো স্থানে বেঁধে স্থাপন করা যায়। ওভার আর্ম, প্লেইন মিলিং মেশিন ও ইউনিভার্স্যাল মিলিং মেশিনে থাকে কিন্তু ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনে থাকে না।



চিত্র-৫.২৪ ওভার আর্ম

৫.২.৮ মোটর (Motor)

মোটরকেও মিলিং মেশিনের প্রধান অংশ হিসেবে বিবেচনা করা হয়। মোটর সকল প্রকার মেশিন টুলের জন্য বৈদ্যুতিক শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত করে এবং ঐ যান্ত্রিক শক্তি দ্বারাই মিলিং মেশিন চালিত হয়।



চিত্র-৫.২৫ মটর

SAFETY FIRST

মিলিং অপারেশনে বিশেষ সেফটি টুল

মিলিং চাক সেফটি গার্ড খুবই গুরুত্বপূর্ণ একটি বিশেষ ধরনের সেফটি ডিভাইস। মিলিং অপারেশনের সময় একজন অপারেটরের খুবই কাছাকাছি এবং বিপদজনক অংশটি হচ্ছে মিলিং মেশিনের কাটিং টুল ও কার্যবস্তুর অবস্থান। ঘূর্ণমান অবস্থায় মিলিং অপারেটরের চোখে চিপ ঢুকে যেতে পারে। তাই এ জাতীয় গার্ড লাগানো থাকলে অনাকাঙ্খিত দুর্ঘটনা থেকে বাঁচা যায়।



চিত্র-৫.২৬ ইউনিভার্স্যাল মিলস্ এ্যাডজাস্টেবল সেফটি গার্ড



চিত্র-৫.২৭ মিলস্ পেরিমিটার সেফটি গার্ড



চিত্র-৫.২৮ হরাইজন্টাল মিলস্ ডুয়াল সেফটি গার্ড

অপারেটরকে সেভিং ও লুব্রিক্যান্টের অভিক্ষেপ ছাড়াও অনুভূমিক শ্যাফট-স্পিন্ডল এবং যন্ত্রাংশের ঘূর্ণন স্থলে রাখা ও যন্ত্রগুলির উভয় দিক থেকে প্রবেশযোগ্য অংশগুলোর সাথে সরাসরি যোগাযোগ থেকে রক্ষা করে। স্লাইডের দুই পাশের সাথে অনুভূমিকভাবে সংযুক্ত। অক্ষীয় এবং রেডিয়ালি অ্যাডজাস্টেবল স্লাইডগুলো দিয়ে

সজ্জিত, ব্যবহারের সরঞ্জামগুলোর সাথে সম্ভাব্য হস্তক্ষেপের জন্য প্রয়োজন হলে ডাবল নিরাপত্তা মাইক্রোসুইচ দিয়ে সজ্জিত থাকে।

- হরাইজন্টাল আর্মের সাথে মাইক্রোসুইচ বক্স আটকানোর জন্য স্টিল দিয়ে ফিক্সআপ করা থাকে;
- সুরক্ষা মাইক্রোসুইচের প্রধান বক্সটি ১৮০ ডিগ্রী ঘুরানো যায়;
- হরাইজনটাল শিল্ডের সাপোর্ট আর্মগুলি স্টেইনলেস স্টিলের তৈরি। শিল্ডের অক্ষীয় ও রেডিয়াল ক্ল্যাম্পের জন্য অ্যালুমিনিয়ামের ক্ল্যাম্প থাকে;
- শিল্ডগুলো প্লাস্টিকের শক প্রুফ এবং তেল প্রতিরোধী উপাদান দিয়ে তৈরি ইত্যাদি।

৫.৩ মিলিং অ্যাটাচমেন্ট

মিলিং অ্যাটাচমেন্ট বলতে মিলিং মেশিন এর জন্য বিশেষভাবে নির্মিত কিছু অতিপ্রয়োজনীয় যন্ত্রাংশকে বোঝায়। যা মেশিনের সাথে সংযুক্ত করলে বহুমুখী কার্যসম্পাদন যোগ্যতা, কার্যদক্ষতা ও কার্যসম্পাদনের সুযোগ বৃদ্ধি পায়। এসব মিলিং অ্যাটাচমেন্ট সম্পর্কে প্রকৃত ধারনা না থাকলে সঠিক মিলিং ওয়ার্ক করা সম্ভব নয়। তাই এসব টুলসের বিস্তারিত পরিচিতি জানা এবং সে অনুযায়ী কার্যসম্পাদন করা অত্যাবশ্যক। মিলিং কাজের সূক্ষতা, বিভিন্ন আদর্শমানের ফেলেক্সিবিলীটি (Flexibility) এবং উৎপাদনের নির্ভুলতার জন্য মিলিং মেশিনে অ্যাটাচমেন্টসমূহ ব্যবহার করা হয়। মিলিং মেশিনগুলিতে ব্যবহার করা বিভিন্ন এ্যাটাচমেন্ট তালিকা নিচে দেয়া হলো।

- হাই স্পিড মিলিং অ্যাটাচমেন্ট (High Speed Milling Attachment)
- ইউনিভার্স্যাল মিলিং অ্যাটাচমেন্ট (Universal Milling Attachment)
- ভার্টিক্যাল মিলিং অ্যাটাচমেন্ট (Vertical Milling Attachment)
- স্লটিং অ্যাটাচমেন্ট (Slotting Attachment)
- র‍্যাক মিলিং অ্যাটাচমেন্ট (Rack Milling Attachment)
- ইনডেক্স প্লেট অ্যাটাচমেন্ট (Index Plates Attachment)
- রোটারি অ্যাটাচমেন্ট (Rotary Attachment)
- ইউনিভার্স্যাল স্পাইরাল মিলিং অ্যাটাচমেন্ট (Universal Spiral Milling Attachment)
- ডিভাইডিং হেড অ্যাটাচমেন্ট (Dividing Head Attachment) ইত্যাদি।

৫.৩.১ হাই স্পীড মিলিং অ্যাটাচমেন্ট (High Speed Milling Attachment)

মিলিং মেশিন স্পিন্ডেলের স্বাভাবিক গতি বাড়ানোর জন্য হাই স্পীড মিলিং অ্যাটাচমেন্ট হিসাবে একটি কেসিং এর মধ্যে মূলত ৪-৬টি গিয়ার থাকে। কাটার গতি সঠিক পাওয়ার জন্য ছোট মিলিং কাটার ব্যবহার করা হয়।



চিত্র-৫.২৯ হাই স্পীড মিলিং অ্যাটাচমেন্ট

৫.৩.২ ইউনিভার্স্যাল মিলিং এ্যাটাচমেন্ট (Universal Milling Attachment)

ইউনিভার্স্যাল মিলিং অ্যাটাচমেন্ট স্পিন্ডল দুটি সমানভাবে পরস্পর লম্বালম্বি অক্ষ বরাবর ঘুরতে পারে এবং সমান তলে যে কোনো কোণে সেট করা যায়। স্পিন্ডলের চাহিদা অনুসারে অ্যাঙ্গুলার মিলিং এর জন্য এ ধরনের অ্যাটাচমেন্ট টেবিল সেট করতে খুবই উল্লেখযোগ্য ভূমিকা পালন করে।



চিত্র-৫.৩০ ইউনির্ভসাল মিলিং অ্যাটাচমেন্ট

৫.৩.৩ ভার্টিক্যাল মিলিং অ্যাটাচমেন্ট(Vertical Milling Attachment)

ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনে অ্যাটাচমেন্ট ব্যবহারের ফলে হরাইজন্টাল মিলিং এর ন্যায় কাজ করে। ভার্টিক্যাল মিলিং অপারেশনে লার্জ এন্ড মিলে (Large End Mills) এবং ফেস মিলে এ ধরনের এ্যাটাচমেন্ট ব্যবহার করা হয়। মিলিং অপারেশনের ক্ষেত্রে স্পিন্ডল হেড যেকোনো দিকে সুইভেল্ড (Swivelled) হতে পারে।



চিত্র-৫.৩১ ভার্টিক্যাল মিলিং এ্যাটাচমেন্ট

৫.৩.৪ স্লটিং অ্যাটাচমেন্ট(Slotting Attachment)

মিলিং মেশিনে এ ধরনের সংযুক্ত করার ফলে ঘূর্ণন গতিকে রৈখিক গতিতে পরিণত করা যায়। প্লেনার ও শেপার মেশিনের ন্যায় র‍্যামে আসা-যাওয়া গতি দেয়া হয়। এ ধরনের অ্যাটাচমেন্ট ব্যবস্থাপনায় বিকেন্দ্রিক (Eccentric) ক্র্যাঙ্কিং সিস্টেমের ফলে র‍্যামের মাথায় সিঙ্গেল টুল ব্যবহার করে কী-ওয়ে, স্প্লাইন্স (Splines) বিভিন্ন টুলস তৈরি করা হয়। এই ধরনের অ্যাটাচমেন্ট০ ডিগ্রি থেকে ৯০ ডিগ্রি পর্যন্ত কোণে সেট করা যায়। এই অ্যাটাচমেন্ট মিলিং মেশিনের কলামের সম্মুখে বোল্টের সাহায্যে লাগানো থাকে



চিত্র-৫.৩২ স্লটিং অ্যাটাচমেন্ট

এবং অ্যাঙ্গুলার সারফেস মেশিনিং করার জন্য অ্যাটাচমেন্ট এর সুইভেল অংশটি ব্যবহার হয়। র‍্যামের স্ট্রোক দৈর্ঘ্য সমন্বয় (Adjust) করার ব্যবস্থা থাকে।

৫.৩.৫ র‍্যাক মিলিং অ্যাটাচমেন্ট (Rack Milling Attachment)

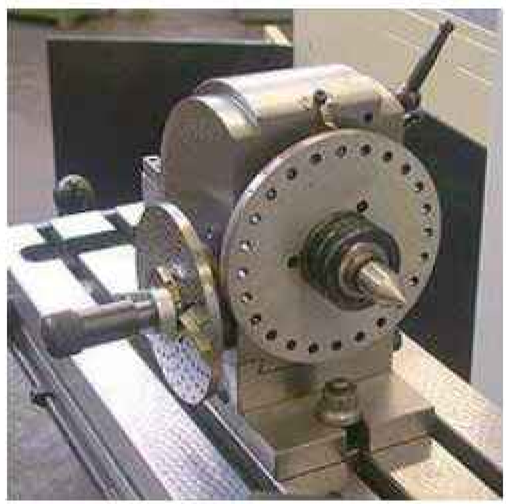
র‍্যাক মিলিং অ্যাটাচমেন্ট মিলিং মেশিনের কলামের ফেসের সাথে সংযুক্ত থাকে এবং র‍্যাক দাঁত (Rack Teeth) কাটার জন্য ব্যবহৃত হয়। ওয়ার্ম গিয়ার বা এ জাতীয় অন্যান্য অপারেশনের ক্ষেত্রে এ ধরনের অ্যাটাচমেন্ট বেশি ব্যবহৃত হয়ে থাকে। গিয়ার ট্রেইন (Train) সমন্বিত অ্যাটাচমেন্ট স্পিন্ডল অক্ষের সাথে সঠিক কোণে ঝুঁকে অপারেশন করতে পারে।



চিত্র-৫.৩৩ র‍্যাক মিলিং অ্যাটাচমেন্ট

৫.৩.৬ ইনডেক্সিং প্লেট (Indexing Plate)

ইনডেক্সিং প্লেটগুলো গোলাকৃতি কার্যবস্তুর পরিধিকে সমান বা প্রয়োজনীয় ডিগ্রিতে ভাগ করার জন্য ডিভাইডিং হেডের সাথে ব্যবহার করা হয়। এই প্লেটগুলোতে বৃত্তাকার সারি বরাবরে সমতলে (Uniformly) অভিন্ন ফাঁকা গর্ত থাকে। প্রতিটি প্লেটের কেন্দ্র থেকে নির্দিষ্ট ব্যাসার্ধ পর পর ছয়টি সারি থাকে। এই ইনডেক্সিং প্লেটের সাহায্যে কোনো বৃত্তের ২ থেকে ২০০০০ ভাগে বিভাজন করা সম্ভব।



চিত্র-৫.৩৪ ইনডেক্সিং প্লেট

৫.৩.৭ রোটারি অ্যাটাচমেন্ট (Rotary Attachment)

রোটারি মিলিং অ্যাটাচমেন্ট সার্কুলার মিলিং অ্যাটাচমেন্ট হিসাবে বহুল পরিচিত। সার্কুলার অপারেশনে বহুমাত্রায় ব্যবহারের জন্য এই অ্যাটাচমেন্ট ব্যবহৃত হয়। উদাহরণ- স্প্লাইনস স্লটিং (Splines Slotting) সেগমেন্টাল মিলিং, সেগমেন্ট আউট লাইন ও ডাই তৈরি করা হয়। এ ধরনের অ্যাটাচমেন্ট বৃত্তাকার টেবিল থাকে, সে টেবিলে টি-স্লট থাকে। হাতের সাহায্যে এই বৃত্তাকার টেবিলকে ঘুরানো যায়। অটো ড্রাইভিং মেকানিজম ব্যবহার করেও টেবিলকে মেশিন লীড স্ক্রু এর সাহায্যে সহজে পরিচালনা করা যায়। টেবিলের প্রান্তটি সুনির্দিষ্ট কাজের জন্য ডিগ্রীতে ভাগ করা থাকে।



চিত্র-৫.৩৫ রোটারি এট্যাচমেন্ট

৫.৩.৮ ইউনিভার্সেল স্পাইরাল মিলিং অ্যাটাচমেন্ট(Universal Spiral Milling Attachment)

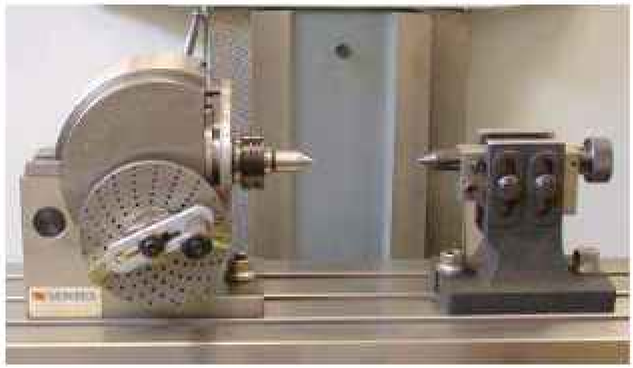
ইউনিভার্স্যাল স্পাইরাল মিলিং অ্যাটাচমেন্ট বেশিরভাগ ক্ষেত্রে হেলিক্যাল এবং স্পাইরাল গিয়ার দাঁত কাটার জন্য ব্যবহৃত হয়। ইউনিভার্স্যাল স্পাইরাল মিলিং অ্যাটাচমেন্ট মিলিং মেশিনের কলামের ফেসের সাথে সংযুক্ত থাকে। টুইস্ট ড্রিলস এবং মিলিং কাটারগুলোতে গ্রুভসহ মিলিং কাজে এটি বেশি ব্যবহার হয়।



চিত্র-৫.৩৬ ইউনিভার্সেল স্পাইরাল মিলিং অ্যাটাচমেন্ট

৫.৩.৯ ডিভাইডিং হেড অ্যাটাচমেন্ট (Dividing Head Attachment)

ডিভাইডিং হেড অ্যাটাচমেন্ট ইনডেক্সিং হেড হিসাবে বহুল পরিচিত। বেশিরভাগ ক্ষেত্রে পূর্ব নির্ধারিত কোণ সেটিং করে এটিকে ঘুরিয়ে প্রয়োজনীয় সংখ্যক অংশে বিভক্ত করে কার্যবস্তু সেট করার জন্য ব্যবহৃত হয়। কার্যবস্তুটি ডিভাইডিং হেডের স্পিন্ডলের উপর নির্দিষ্ট চাকের সাথে লাগানো হয়, যাহা লাইভ ও ডেড সেন্টারের মাধ্যমে মাউন্ট করা থাকে। ডেড সেন্টারটি একটি লেদ টেইলস্টকের অনুরূপ ফুটস্টকের উপরে মাউন্ট করা থাকে; যা মেশিন টেবিলের উপর যথাযথভাবে ডিভাইডিং হেড স্পিন্ডল দ্বারা স্পিন্ডল অক্ষটি সংযুক্ত থাকে। এই অ্যাটাচমেন্ট কার্যবস্তুর প্রান্তকে সমান সংখ্যক প্যানে বিভক্ত করার জন্য অত্যন্ত উপযুক্ত। অ্যাটাচমেন্ট ওয়ার্ম এবং ওয়ার্ম গিয়ার ড্রাইভিং মেকানিজম মেশিন টেবিলের লীড স্ক্রু এর মাধ্যমে সংযুক্ত হয়ে সিলিন্ড্রিক্যাল কার্যবস্তুর পেরিফেরিতে হেলিক্যাল গ্রুভস তৈরি করতে পারে।



চিত্র-৫.৩৭ ডিভাইডিং হেড এ্যাটাচমেন্ট

সাধারণত তিন ধরণের ডিভাইডিং হেড অ্যাটাচমেন্ট ব্যবহার করা হয়-

- সরল (Plain)
- সর্বজনীন (Universal)
- হেলিক্যাল (Helical)

নিজে করো



চিত্র-৫.৩৮ গিয়ার মেকানিজম

১০২৫

> মনে করো একটি বাস স্ট্যান্ডের পাশে তোমার বাড়ী। বিভিন্ন প্রকার যানবাহন এখানে এসে থামে। মাঝে মাঝে অনেক যানবাহনের ইঞ্জিনে মেকানিক্যাল ত্রুটির কারণে বিকল হয়ে যায়। উপরের ছবিতে দেখানো একটি গাড়ির ইঞ্জিনে কোন ধরনের গিয়ার ব্যবহার করা হয়েছে। গিয়ারগুলোর দাঁতে যদি কোন সমস্যা হয়ে থাকে তাহলে তুমি কোন ধরনের মিলিং অপারেশন করবে এবং সেখানে কী ধরনের কাটিং টুল ব্যবহার করবে।এ বিষয়ে তোমার সংক্ষিপ্ত মতামত উপস্থাপন কর।

৫.৪ মিলিং-ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইস ও ব্যবহার

মিলিং-ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসসমূহ

- সার্কুলার টেবিল (Circular Table)
- কলেটস (Collets)
- টি-বোল্ট অ্যান্ড ক্ল্যাম্পস (T-bols and Clamps)
- এ্যাঙ্গেল প্লেটস (Angle Plates)
- প্যারালাল বার্ (Parallel Bar)
- ফিক্সার্স (Fixures)
- কাটিং হোল্ডিং ডিভাইসেস (Cutter Holding Devices)
- ডাইরেক্ট মাউন্টিং (Direct Mounting)
- ভী-ব্লক (V-Block) ইত্যাদি।

মিলিং-ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসসমূহের ব্যবহার

সার্কুলার টেবিল

রোটারি টেবিলকে সাধারণত ফ্লাট মাউন্ট করা হয়। ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনের কাটিং টুল যে অক্ষ বরাবরে ঘুরে সার্কুলার টেবিলও একই অক্ষ বরাবরে ঘুরে। টেবিলের প্রান্তে একটি বিকল্প সেটআপের ব্যবস্থা থাকে যাহা অনুভূমিক অক্ষের দিকে ঘুরিয়ে সেট করা হয়।



চিত্র-৫.৩৯ সার্কুলার টেবিল

কলেটস

কললেটকে আদর্শ মিলিং চাক বলা হয়, কারণ কাটিং টুলসমূহকে সুন্দরভাবে অ্যালাইন করতে পারে। ডিজাইনের উপর ভিত্তি করে এর স্থায়িত্ব বৃদ্ধি করা যায়। বেশিরভাগ ক্ষেত্রে কলেটের প্রান্ত টেপার হয় না; বরং টুলকে ক্ল্যাম্প করার জন্য কয়েক ধরনের চোয়াল ব্যবহার করা হয়। কলেটের সাহায্যে টুলকে ভালভাবে গ্রিপ করা যায়।



চিত্র-৫.৪০ কলেটস

টি-বোল্ট অ্যান্ড ক্ল্যাম্পস

মিলিং মেশিনে কার্যবস্তুকে ক্ল্যাম্প করার জন্য সরাসরি টি-বোল্ট ক্ল্যাম্পস ব্যবহার করা হয়। মিলিং মেশিনের টেবিলে আগে থেকেই টি-স্লট করা থাকে; যেখানে টি-বোল্ট সহজেই ব্যবহার করা যায়। ক্ল্যাম্পকে স্ট্রাপও (Strap) বলা হয়।



চিত্র-৫.৪১ টি-বোল্ট অ্যান্ড ক্ল্যাম্প

অ্যাঙ্গেল প্লেটস

কাস্ট আয়রণ বা স্টিলের তৈরি ইংরেজি অক্ষর এল আকৃতির, যার ভিতরে আগে থেকেই স্লট কাটা থাকে বলে সহজেই ক্ল্যাম্প করা যায়। যেখানে টেবিল অক্ষের ৯০ ডিগ্রী বরাবরে মেশিনিং করার প্রয়োজন হয়, সেখানে এ ধরনের ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস ব্যবহার করা হয়।



চিত্র-৫.৪২ অ্যাঙ্গেল প্লেটস

প্যারালাল বার (Parallel Bar)

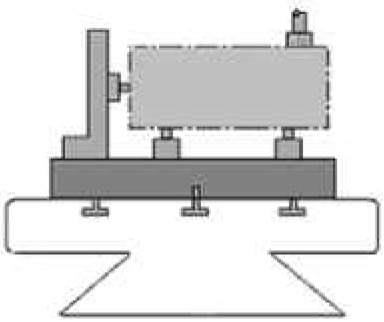
স্টিল বারের তৈরি যার দুই ধার পরস্পর সূক্ষ্মভাবে সমান্তরাল থাকে ফলে প্রিসিশন মেশিনিং এর জন্য এটি ব্যবহার করা হয়। এগুলি জোড়ায় জোড়ায় একই মাপে সেট থাকে। কার্যবস্তুর নিচে ক্লিয়ারেন্স রাখার জন্য এটি ব্যবহার করা হয়।

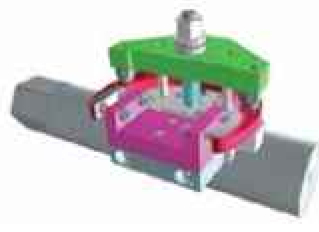


চিত্র-৫.৪৩ প্যারালাল বার্

ফিক্সার্স (Fixures)

ফিক্সার একধরনের সূক্ষ্ম হোল্ডিং ডিভাইস, যাহা মেশিনিং এর সময় কার্যবস্তুকে দৃঢ়ভাবে ধরে রাখতে সাহায্য করে। জটিল আকৃতির কার্যবস্তুতে মেশিনিং করার জন্য ফিক্সারের জুড়ি নেই। আনলোডিং এ সময় কম লাগে এবং অধিক ওজন বহন করতে সক্ষম এবং বিভিন্ন ধরনের ফিক্সার ব্যবহার করা হয়।

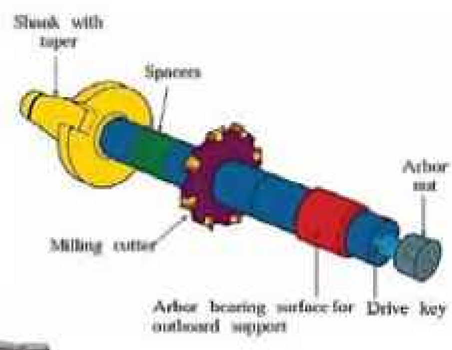


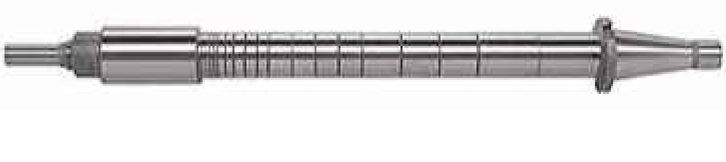


চিত্র-৫.৪৪ ফিক্সারর্স

কাটার হোল্ডিং ডিভাইস

আরবর একটি কাটার হোল্ডিং ডিভাইস। এরকম অনেক ধরনের কাটার হোল্ডিং ডিভাইস ব্যবহার করা হয়। মিলিং মেশিনের আরবরের সাথে কাটিং টুলের বোর বরাবর হোল্ডিং করা হয়।





চিত্র-৫.৪৫ কাটার হোল্ডিং ডিভাইস

ডাইরেক্ট মাউন্টিং (Direct Mounting)

কার্যবস্তুর আকার বড় ও জটিল হলে সরাসরি মেশিন টেবিলের সাথেই ক্ল্যাম্প করা হয় বলে একে ডাইরেক্ট মাউন্টিং অন দ্যা টেবিল বলে। এ ক্ষেত্রে স্ট্রাপ ক্ল্যাম্পস-স্টপ ব্লক (Strap Clamp-Stop Block) ব্যবহার করা হয়। এটা কার্যবস্তুকে স্লিপ করা থেকে রক্ষা করে।



চিত্র-৫.৪৬ ডাইরেক্ট মাউন্টিং

ভী-ব্লক (V-block)

কোন বৃত্তাকার কার্যবস্তুতে সূক্ষ্মভাবে উলম্ব বরাবরে ছিদ্র করার জন্য এ ধরনের হোল্ডিং ডিভাইস ব্যবহার করা হয়। এটি বিভিন্ন সাইজের হয়ে থাকে। মিলিং মেশিনের ক্ষেত্রে ভী-ব্লক টেবিলের সাথে সরাসরি ক্ল্যাম্প করা হয়। ভী-ব্লক ও স্ট্রাপ ক্ল্যাম্প গোলাকার বস্তুকে ধরে রাখতে ব্যবহার করা হয়।



চিত্র-৫.৪৭ ভী-ব্লক

৫.৫ মিলিং অপারেশন কাটিং টুল্স

মিলিং অপারেশনে কাটিং টুলসমূহ-

- রাফিং এন্ড মিল (Roughing End Mill)
- স্লাব মিল কাটার (Slab Mill Cutter)
- এন্ড মিল কাটার (End Mill Cutter)
- বল মিল কাটার (Ball Mill Cutter)
- হলো মিল কাটার (Hollow Mill Cutter)
- উড রাফ কাটার (Wood Ruff Cutter)
- থ্রেড মিল কাটার (Thread Mill Cutter)

- ফ্লাই কাটার (Fly Cutter)
- ফেস মিল কাটার (Face Mill Cutter)
- ইনভল্যুট গিয়ার কাটার (Involuet Gear Cutter)
- হবিং কাটার (Hobbing Cutter)
- ডাভ টেইল কাটার (Dove Tail Cutter)
- স্লাইড অ্যান্ড ফেস কাটার (Slide and Face Cutter)
- স' ব্লেড মিলিং কাটার (Saw Blade Milling Cutter)
- টি-শেপড্ মিলিং কাটার (T-shaped Milling Cutter) ইত্যাদি।



চিত্র-৫.৪৮ মিলিং অপারেশনে ব্যবহৃত কাটিং টুলসমূহ

৫.৫.১ সিলিন্ড্রিক্যাল এন্ড মিলিং কাটার (Cylindrical End Milling Cutter)

অনুভূমিক মিলিং মেশিনগুলো কার্যবস্তুতে এধরনের কাটার ব্যবহৃত হয়। কাটার দাঁতগুলো মিলিং কাটারের পরিধিতে সাজানো থাকে এবং আকৃতি অনুসারে সোজা ও স্পাইরাল (Spiral) দাঁতে বিভক্ত হয়ে থাকে। দাঁত দুই ধরনের, যথা- মোটা (Coarse) এবং সূক্ষ্ম (Fine)। সর্পিল দাঁত ও মোটা-দাঁত মিলিং কাটারগুলোর দাঁত সংখ্যা কম থাকে, উচ্চ দাঁত শক্তি এবং বৃহৎ চিপ সহনশীলতার কারণে রাফ মেশিনিং এর জন্য উপযুক্ত; ফাইন টুথ মিলিং কাটারগুলো ফিনিশিং মেশিনিং এর জন্য খুবই ভাল।

৫.৫.২ সলিড কার্বাইড এন্ড মিলিং কাটার (Solid Carbide End Milling Cutter)

সলিড কার্বাইড এন্ড মিলিং কাটার মেশিনিং গ্রুভস, স্টেপ সারফেস ইত্যাদি তৈরির জন্য ব্যবহৃত হয়। যেখানে দাঁতগুলোপরিধি ও শেষ তলের উপরে থাকে এবং কাজ করার সময় অক্ষ বরাবর ফীড দেয়া হয় না। যখন এন্ড মিলের মাঝখানে দিয়ে দাঁতগুলো পরিচালিত হয় তখন অক্ষ বরাবরে ফীড দেয়া যায়।

৫.৫.৩ থ্রী ফ্লুট কার্বাইড এন্ড মিলিং কাটার (Three Flute Carbide End Milling Cutter)

যেকোনো ধরনের গ্রুভস এবং স্টেপ সারফেস মেশিনিং এর ক্ষেত্রে এধরনের ব্যবহৃত কাটিং টুলের পরিধি বরাবরে দুই পার্শ্বেই দাঁত থাকে।

৫.৫.৪ কার্বাইড এন্ড মিলিং কাটার (Carbide End Milling Cutter)

একটি নির্দিষ্ট কোণে গ্রুভস তৈরি করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এখানে দুই ধরণের মিলিং কাটার রয়েছে, যথা- একক এবং ডাবল কোণাকৃতি।

৫.৫.৫ স' ব্লেড মিলিং কাটার (Saw Blade Milling Cutter)

এটি গভীর খাঁজ কাটা ও পরিধির উপর অনেক দাঁত সম্বলিত কাটার দিয়ে কার্যবস্তু মেশিনিং কাজে ব্যবহৃত হয়। মিলিং অপারেশন চলাকালীন ঘর্ষণ হ্রাস করার জন্য, দাঁতগুলোর উভয় পাশে ১৫ সেকেন্ড থেকে ১ ডিগ্রী উপ-বিচ্যুতি (Sub-Deflecion) কোণ থাকে। এছাড়াও কী গ্রুভ অ্যান্ড মিলস, ডাভটেইল গ্রুভ অ্যান্ড মিলস, টি-গ্রুভ অ্যান্ড মিলস ও বিভিন্ন ফর্মিং অ্যান্ড মিলগুলো একই ধরনের কাজে ব্যবহৃত হয়।

৫.৫.৬ টি-শেপড্ মিলিং কাটার (T-shaped Milling Cutter)

মিলিং কাটারের কাটিং অংশের জন্য প্রাথমিক প্রয়োজন অনুসারে টি-শেপড্ মিলিং কাটার ব্যবহৃত হয়।

৫.৬ মিলিং পদ্ধতি

ঘূর্ণায়মান মিলিং কাটারের দিকে এগিয়ে বা ঠেলে দিয়ে অর্থাৎ ফীড দিয়ে কার্যবস্তু থেকে চিপের আকারে পূর্ব নির্ধারিত ধাতু ক্রমশ অপসারণ করে কোন তল তৈরি করাকে মিলিং পদ্ধতি বলা হয়। এই পদ্ধতিতে বিভিন্ন প্রকার কাটার ব্যবহার করে বিভিন্ন আকৃতি বিশিষ্ট জটিল তল সূক্ষ্মভাবে তৈরি করা যায়। কাটারটি যে দিকে ঘুরে তার বিপরীত দিকে টেবিলকে অগ্রসর করিয়ে মিলিং মেশিনে মাল কাটা যায়।

মিলিং পদ্ধতি দুই প্রকার –

১. আপ বা কনভেনশনাল মিলিং (Up or Convenional Milling)

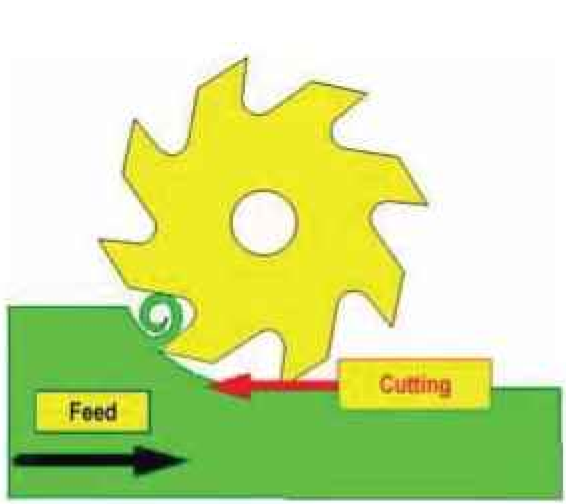
২. ডাউন বা ক্লাইম্ব মিলিং (Down or Climb Milling)



চিত্র-৫.৪৯ আপ ও ডাউন মিলিং

৫.৬.১ আপ বা কনভেনশনাল মিলিং

যে মিলিং পদ্ধতিতে কার্যবস্তুকে ঘূর্ণায়মান কাটারের গতির বিপরীত দিকে এগিয়ে ফীড দেওয়া হয় তাকে আপ মিলিং বা কনভেনশনাল মিলিং বলা হয়। আপ মিলিং এ কাটারের উর্ধ্ব গতিতে মাল কাটা হয়। এই পদ্ধতিতে চিপ গঠিত হওয়ার পূর্বে কাটারের কাটিং এজগুলো ধীরে ধীরে সামনের মেটেরিয়্যালকে বিকৃত করে এবং পরিশেষে বিকৃত মেটেরিয়্যাল চিপের আকারে মূল কার্যবস্তু থেকে বিচ্ছিন্ন হয়।



চিত্র-৫.৫০ আপ বা কনভেনশনাল মিলিং

৫.৬.২ আপ মিলিং এর সুবিধা

- কাটারের প্রতিটি দাঁত পরিষ্কার স্থানে মেটেরিয়্যাল কাটা শুরু করে এবং তাদের কার্যবস্তু সারফেসের আঁশ ভেদ করতে হয় না;
- ফীডের চাপ কার্যবস্তুকে কাটারের দিকে চেপে রাখে। এতে টেবিল মেকানিজমের ব্যাকল্যাশ দূরীভূত হয়;
- কাস্ট আয়রন ও ফোর্জিং করা কার্যবস্তু শক্ত ও আঁশ যুক্ত হওয়া সত্ত্বেও এই পদ্ধতিতে মিলিং করা যায় ইত্যাদি।

৫.৬.৩ আপ মিলিং এর অসুবিধা

- কাটারের ধাক্কা কার্যবস্তুকে উঠিয়ে ফেলতে চায়;
- কার্যবস্তুর সারফেসে চ্যাটার মার্ক থেকে যায়;
- কাটা শুরু করার পূর্বে কাটারের প্রতিটি দাঁত কার্যবস্তুর তলে কিছুটা স্লাইড করে। এতে ঘর্ষণজনিত কারণে তাপ সৃষ্টি হয় ও কাটারের কাটিং এজ বিনষ্ট হয়;
- গভীরতর কাট দেওয়া সম্ভব হয় না;
- দ্রুত মেটেরিয়্যাল অপসারণ সম্ভব হয় না;
- বহুল উৎপাদন (Mass Producion) এর ক্ষেত্রে সুবিধাজনক নয়;
- কাট শুরু করার সময় জবের উর্ধ্বগামী প্রবণতা দেখা দেয় ইত্যাদি।

৫.৬.৪ ডাউন বা ক্লাইম্ব মিলিং

যে মিলিং পদ্ধতিতে কার্যবস্তুকে কাটারের গতির দিকে এগিয়ে বা ফীড দেয়া হয়, তাকে ডাউন বা ক্লাইম্ব মিলিং বলা হয়। ডাউন মিলিং এ কাটারের নিম্ন গতিতে মাল কাটা হয়। এই পদ্ধতিতে কাটারের কাটিং এজগুলি পূর্ণ গভীরতা পর্যন্ত মেটেরিয়্যাল বিকৃত করে এবং চিপস্-এর পুরুত্ব ক্রমশ কমতে থাকে ও পরিশেষে মূল মেটেরিয়্যাল থেকে বিচ্ছিন্ন হয়।



চিত্র-৫.৫১ ডাউন বা ক্লাইম্ব মিলিং

৫.৬.৫ ডাউন মিলিং এর সুবিধা

১০২৫

- নিম্নমুখী চাপে কার্যবস্তুকে টেবিলের উপর চেপে রাখে;
- কাটারের কার্টিংএজগুলো কার্যবস্তু সারফেসে ঘর্ষণ হয় না, ফলে অধিক তাপ সৃষ্টি হয় না;

- অধিকতর ডেপথ অব কাট দেওয়া যায়;
- কার্যবস্তু ক্ল্যাম্পিং কিছুটা দুর্বল হলেও চলে, কারণ কাটের নিম্নচাপ কার্যবস্তুকে টেবিলের উপর চেপে রাখে;
- দ্রুত মেটেরিয়্যাল অপসারণ সম্ভব;
- উন্নততর গুণাগুণসহ Mass Producion করা সম্ভব হয় ইত্যাদি।

৫.৬.৬ ডাউন মিলিং এর অসুবিধাসমূহ

- মেশিন অধিক অশ্বশক্তি সম্পন্ন হওয়া প্রয়োজন হয়;
- শক্ত ও আঁশযুক্ত সারফেস বিশিষ্ট কার্যবস্তুর জন্য সুবিধাজনক নয়;
- কার্যবস্তুর সারফেসে অগভীর চ্যাটার মার্ক থেকে যায়;
- কার্যবস্তুকে কাটার সময় ফীড স্ক্রুর এর ব্যাকল্যাশের দরুন কাটার টেবিলকে টেনে ধরে। ফলে কাটার ভেঙ্গে যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে ইত্যাদি।

৫.৭ রাফ কাট ও ফিনিশ কাট

৫.৭.১ রাফ কাট

রাফ কাট বলতে সাধারণত হেভী কাটকে বোঝায় যাহা কার্যবস্তু হতে অতিরিক্ত মেটেরিয়্যাল অপসারণ করতে ব্যবহৃত হয়। রাফ কাটের জন্য কার্যবস্তুর আয়তন সংক্রান্ত মাপ– দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চতা এবং তল মসৃণতা গুরুত্বপূর্ণ নহে। একক সময়ে কার্যবস্তু থেকে অতিরিক্ত ধাতুকে কেটে ফেলতে রাফ কাটের সময় মোটা ফীড এবং কম RPM ব্যবহার করা হয়। রাফ কাজের জন্য ৩–৬ মিমি ডেপথ অব কাট ব্যবহার করা হয়।

৫.৭.২ ফিনিশ কাট

ফিনিশ কাট বলতে সূক্ষ্ম কাট বোঝায় । ফিনিশ কাটের সময় কার্যবস্তুর তল মসৃণতা ও আয়তন সংক্রান্ত সূক্ষ্ম পরিমাপ গুরুত্বপূর্ণ। ফিনিশ কাটের সময় কার্যবস্তু হতে নূন্যতম মেটেরিয়্যাল অপসারণ করতে বেশি কাটিং স্পীড ও সূক্ষ্ম ফীড ব্যবহার করা হয়। ফীডের হার যত কম হবে, সারফেস ফিনিশ তত ভাল হবে। ফিনিশ কাটের জন্য ০.৫–১.০ মিমি ডেপথ অব কাট ব্যবহার করা হয়।

৫.৮ বিভিন্ন মিলিং অপারেশনের জন্য কাটিং স্পীড, ফীড ও ডেপথ অব কাট

৫.৮.১ স্পীড

ঘুরন্ত মিলিং কাটারের পরিধির উপর যেকোনো বিন্দুর সরলরেখায় যে গতি হয়, তাকে কাটিং স্পীড বলে। অর্থাৎ যে স্পীডে কাটারের কাটিং পার্শ্ব অথবা দাঁত কার্যবস্তুকে কাটে তাহাই হলো কাটিং স্পীড। ইহা হলো

মিলিং মেশিনে কাজের সময় মিলিং কাটারের একক সময়ে কার্যবস্তুকে অতিক্রম করার দূরত্ব। কাটিং স্পীড মিটার/মিনিট অথবা ফুট/মিনিট হিসেবে প্রকাশ করা হয়। কোনো কোনো সময় স্পীড শব্দটি স্পিন্ডলের RPM (প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা) প্রকাশ করতে ব্যবহৃত হয়।

৫.৮.২ মিলিং মেশিনের কাটিং স্পীড নিম্নে উল্লেখিত বিষয়গুলির উপর নির্ভর করে

- কার্যবস্তুর হার্ডনেস ও স্ট্রেংথ;
- ফীড ও কাটের গভীরতার পরিমাণ;
- মিলিং কাটার এর মেটেরিয়্যাল;
- মেশিনের স্ট্রেংথ বা শক্তি ;
- সারফেস ফিনিশিং এর ধরণ;
- কাটিং ফ্লুইডের ব্যবহার;
- মিলিং কাটারের আকৃতি (যেমন– শেল এন্ড মিল, ফর্ম কাটার, স্লট কাটার ইত্যাদি);
- কাটারের কাটিং এজের তীক্ষ্ণতা ইত্যাদি।

মিলিং মেশিন কাটারের কাটিং স্পীড

(হাইস্পীড স্টিলের মিলিং কাটারের জন্য)

মেটেরিয়্যাল	কাটিং স্পীড (সারফেস ফিট/মিনিট)			
	প্লেইন মিলিং কাটার		এন্ড মিলিং কাটার	
	রাফিং	ফিনিশিং	রাফিং	ফিনিশিং
অ্যালুমিনিয়াম	৪০০-১০০০	৪০০-১০০০	৪০০-১০০০	৪০০-১০০০
ব্রাস কম্পোজিশন	১২৫-২০০	৯০-২০০	৯০-১৫০	৯০-১৫০
ব্রাস ইয়োলো	১৫০-২০০	১০০-২৫০	১০০-২০০	১০০-২০০
ব্রঞ্জ, ফসফর এবং ম্যাঙ্গানিজ	৩০-৮০	২৫-১০০	৩০-৮০	৩০-৮০
কাস্ট আয়রন (শক্ত)	২৫-৪০	১০-৩০	২৫-৪০	২০-৪৫
কাস্ট আয়রন (নরম ও মধ্যম)	৪০-৭৫	২৫-৮০	৩৫-৬৫	৩০-৮০
মোনেল মেটাল	৫০-৭৫	৫০-৭৫	৪০-৬০	৪০-৬০
স্টিল (শক্ত)	২৫-৫০	২৫-৭০	২৫-৫০	২৫-৭০
স্টিল (নরম)	৬০-১২০	৪৫-১১০	৫০-৮৫	৪৫-১০০

- কার্বন স্টিলের কাটারের জন্য মান ৫০% হ্রাস পাবে।
- কার্বাইড-টাইপ কাটারের জন্য ১০০% বৃদ্ধি পাবে।

মিলিং মেশিন কাটারের কাটিং স্পীড (মিটার/মিনিট)
(হাইস্পীড স্টিলের মিলিং কাটারের জন্য)

মেশিনিং করার মেটেরিয়াল	বি.এইচ. এন হার্ডনেস	শেল এন্ড মিল	এন্ড মিল	এস এন্ড এফ কাটার	সিলিন্ড্রিক্যাল কাটার	স্লট কাটার	ফর্ম কাটার	ফেস মিল কাটার
মাইল্ড স্টিল	১৫০	২০-৩০	২০-৩০	১৫-২৫	১৫-২৫	৩০-৪৫	১৫-২৫	২০-৩০
মিডিয়াম কার্বন স্টিল	২০০	১৫-২০	১৫-২৫	১৫-২০	১৫-২০	২০-৩০	১৫-২০	১৫-২৫
হাইকার্বন স্টিল	৩০০	১০-১৫	১০-১৫	১০-১৫	১০-১৫	১২-২০	১০-১৫	১৩-২০
স্টেইনলেস স্টিল	২০০	২২-৩০	২২-৩০	১৫-২৫	১৫-২৫	২০-৩০	১৫-৩০	২০-৩০
মেলিয়েবল আয়রন	১৬০	১৫-২২	১৫-২২	১৫-২০	১৫-২০	২০-৩০	১৫-২০	১৮-২৫
নরম কাস্ট আয়রন	সর্বোচ্চ ১৮০	১৫-২০	১৫-২৫	১৫-২০	১৫-২০	২০-৩০	১৫-২০	১৮-২৫
শক্ত কাস্ট আয়রন	১৮০ এর উপরে	১৩-১৭	১০-১৫	১০-১৫	১০-১৫	১৫-২৫	১০-১৫	১৩-১৭
শক্ত পিতল এবং শক্ত কাঁসা		৪০-৬০	৪০-৬০	৩০-৪৫	৩০-৪৫	৭০-৯০	৩০-৪৫	৫০-৬০
নরম পিতল এবং নরম কাঁসা		৪০-৬০	৪০-৬০	২৫-৩৫	২৫-৩৫	৭০-৯০	২৫-৩৫	৪০-৫০
তামা		৩০-৪৫	৩০-৪৫	৩০-৪৫	৩০-৪৫	৭০-৯০	২৫-৩৫	৫০-৬০
অ্যালুমিনিয়াম অ্যালয়		২০০-৩০০	২০০-৩০০	১৫০-৩০০	১৫০-৩০০	২০০-৩০০	১৫০-২৫০	২০০-৪০০

কার্বাইড কাটার হাই স্পীড স্টিলের তৈরি কাটারের চেয়ে অনেক বেশি স্পীডে ধাতুকে কাটতে সক্ষম এবং এই ধরনের কাটার বিভিন্ন গ্রেডে তৈরি করা হয়ে থাকে।

৫.৮.৩ কাটিং স্পীড নির্ণয়ের সূত্র হলো–

কাটিং স্পীড, $CS = \frac{\pi DN}{1000}$ মিটার/মিনিট

যেখানে,

CS = কাটিং স্পীড/মিনিট

D = মিলিং কাটারের ব্যাস, মিমি

N = প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা

৫.৮.৪ ফীড (Feed)

মিলিং অপারেশনের জন্য ঘুরন্ত কাটারের মুখে যে হারে কার্যবস্তুকে এগিয়ে বা ঠেলে দেয়া হয় তাকে ফীড বলে। ফীড হিসাব করার মূল ভিত্তি হচ্ছে কাটারের প্রতিটি দাঁত প্রতিবারে যে ধাতুকে কাটে তার পরিমাণ অর্থাৎ ধাতুকে কাটার সময় যে চিপস্ বের হয় তার বেধ।

মিলিং মেশিনে ফীডের হার নির্দেশক রার তিনটি সাধারণ পদ্ধতি প্রচলিত আছে-

- কার্যবস্তু দাঁত প্রতি কত মিলিমিটার বা ইঞ্চি এগুচ্ছে;
- কাটারের প্রতি পাকে কার্যবস্তু কত মিলিমিটার বা ইঞ্চি এগুচ্ছে;
- প্রতি ইঞ্চিতে কত মিলিমিটার বা ইঞ্চি এগুচ্ছে।

এই ফীডের হারের উপর কার্যবস্তুকে কাটতে কত সময় লাগবে তাহা নির্ভর করে।

ফীড নিম্নেউল্লেখিত কয়েকটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে। যেমন-

- কার্যবস্তুর শক্ততা;
- কাটের গভীরতা;
- মসৃণতার ধরন;
- কাটারের কাটিং এজের তীক্ষ্ণতা;
- মিলিং মেশিনের শক্তি;
- মজবুত মেশিন সেটআপ;
- মিলিং কাটারের ধরন;
- কাটের ধরন (রাফ কাট/ফিনিশ কাট);
- কাটিং ফ্লুইডের ব্যবহার ইত্যাদি।

নিম্নের ছকে কার্যবস্তুর উপাদান এবং কাটারের প্রকারভেদে ফীডের পরিমাণ উল্লেখ করা হলো–

হাই স্পীড স্টিল কাটারের দাঁত প্রতি ফীডের হার (মিলিমিটারে)

জবের উপাদান (টেনসাইল স্ট্রেংথ-এর উপর ভিত্তি করে)	কাটারের নাম						
	ইনসার্টেড সিমেন্টেড কার্বাইড টাইপ কাটার	ইনসার্টেড হাইস্পীড স্টিল কাটার	ফর্ম কাটার	এন্ড মিল কাটার	সাইড এন্ড ফেস মিল কাটার	ফেস মিল কাটার	সিলিন্ড্রিক্যাল মিল কাটার
কাস্ট আয়রন (১৮ টন/সেমি² পর্যন্ত)	০.১	০.৩	০.০৪	০.০৫	০.০৮	০.২	০.২
মেশিন স্টিল (৬ টন/সেমি²পর্যন্ত)	০.১	০.৩	০.০৪	০.০৫	০.০৮	০.২	০.২
মেশিন স্টিল (৮.৫ টন/সেমি² পর্যন্ত)	০.০৮	০.২	০.০৩	০.০৪	০.০৬	০.১৫	০.১৫
ক্রোম নিকেল স্টিল (১১ টন/সেমি²)	০.০৬	০.১৫	০.০২	০.০২	০.০৫	০.১	০.১
কাটারের নাম জবের উপাদান (টেনসাইল স্ট্রেংথ-এর উপর ভিত্তি করে)							
ক্রোম নিকেল স্টিল (১১ টন/সেমি² এর উপরে)	০.০৫	০.১	০.০২	০.০২	০.০৪	০.১	০.১
মেলিয়েবল কাস্ট আয়রন (৩.৮ টন/সেমি² পর্যন্ত)	০.০৯	০.৩	০.০৪	০.৫	০.০৭	০.১৫	০.২
কাস্ট স্টিল (৪.৫ টন/সেমি² পর্যন্ত)	০.০৮	০.২	০.০৪	০.০৫	০.০৬	০.১	০.১৫
ব্রোঞ্জ	০.১	০.৩	০.০৪	০.০৫	০.০৭	০.১৫	০.১৫
ব্রাস	০.১২	০.৩	০.০৪	০.০৫	০.০৭	০.২	০.২
ডুরালুমিন	০.১	০.২	০.০৪	০.০৫	০.০৭	০.২	০.১৫
অ্যালুমিনিয়াম	০.১	০.২	০.০৪	০.০৫	০.০৭	০.২	০.১৫

৫.৮.৫ ফীড নির্ধারণের সূত্র

ফীড, $F = NR$ মিমি/মিনিট

যেখানে,

F = প্রতি মিনিটে ফীডের পরিমাণ, মিমি/মিনিট

N = প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা

R = প্রতি দাঁতে ফীডের পরিমাণ, মিমি

উদাহরণ

১৪ দাঁত বিশিষ্ট সাইড এন্ড ফেইস মিলিং কাটার দ্বারা কাস্ট আয়রন কাটার জন্য প্রতি মিনিটে কাটারের ঘূর্ণন সংখ্যা ১২০ বার হলে প্রতি মিনিটে ফীডের পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান

চার্ট থেকে আমরা পাই

সাইড এন্ড ফেইস মিলিং কাটার দ্বারা কাস্ট আয়রন কাটতে প্রতি মিনিটে ফীডের পরিমাণ হলো ০.০৮ মিমি

∴ ফীড, **F = NR**

= ১৪ × ১২০ ×০.০৮

= ১৩৪.৪ = ১৩৪ মিমি/মিনিট

এখানে,

প্রতি দাঁতে ফীডের পরিমাণ **R** = ০.০৮ মিমি

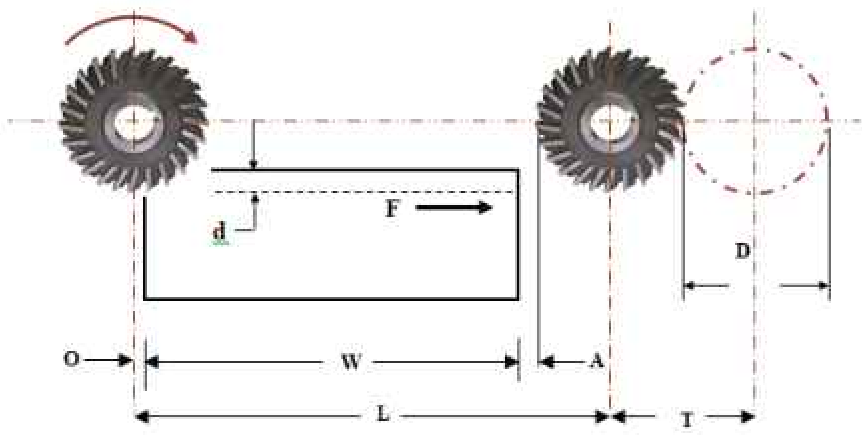
কাটারের দাঁত সংখ্যা = ১৪

প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা **N** = ১২০ বার

ফীডের পরিমান ১৩৪ মিমি/মিনিট (প্রায়) **উত্তর**

৫.৮.৬ ডেপথ অব কাট (Deph of Cut)

মিলিং অপারেশনের ক্ষেত্রে কাটের গভীরতা বলতে মেশিনিং করার পূর্বের তল এবং একবার কাট দিয়ে মেশিনিং করার পর প্রাপ্ত তলের মধ্যকার লম্ব দূরত্বকে বোঝায়। বেশি হারের ফীডের ক্ষেত্রে বেশি ডেপথ অব কাট ব্যবহার করা হয়।



চিত্র-৫.৫২ ডেপথ অব কাট (d)

৫.৮.৭ বিভিন্ন মিলিং অপারেশনের জন্য RPM নির্বাচন পদ্ধতি

যন্ত্র প্রকৌশল কাজে ঘুরন্ত বস্তুর প্রতি মিনিটে ঘূর্ণনের হারকে RPM বলা হয়। ইহাকে সংক্ষেপে 'N' দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

ধরা যাক,

একটি মিলিং কাটার ৭ মিনিটে ৮৪০ পাক ঘুরছে

এ ক্ষেত্রে উক্ত কাটারের RPM হবে ৮৪০ ÷ ৭ = ১২০

মিলিং অপারেশনের সময় স্পীড শব্দটি RPM প্রকাশে ব্যবহৃত হয়।

যেমন– স্পিন্ডল স্পীড বলতে উহা কত RPM- এ ঘুরে সেটি বুঝান হয়। মিলিং মেশিনের স্পীড কন্ট্রোল লিভার দ্বারা RPM সেট করা হয়।

RPM নির্ণয়ের সূত্র হলো–

RPM

$$N = \frac{1000 \times CS}{\pi D}$$

যেখানে,

CS = কাটিং স্পীড/মিনিট

D = মিলিং কাটারের ব্যাস, মিমি

N = প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা

কাটিং স্পীড কার্যবস্তুর ধাতু, মিলিং কাটারের প্রকার ও তৈরিকৃত ধাতু বিবেচনা করে চার্ট থেকে নির্ধারণ করতে হয়। এ ছাড়া সংশ্লিষ্ট বিবেচ্য বিষয়াদি পর্যালোচনা করে কাটিং স্পীড নির্বাচন করলে ভাল ও উন্নতমানের উৎপাদন পাওয়া যায় এবং মেশিন, কাটার, আরবর, অ্যাডাপ্টার, কলেট চাক প্রভৃতির কার্যক্ষমতা দীর্ঘস্থায়ী হয়।

উদাহরণ

প্রশ্ন: ২০ মিমি ব্যাস বিশিষ্ট এন্ড মিল কাটারের সাহায্যে মিলিং মেশিনে মাইল্ড স্টিল ধাতু কাটতে কত RPM ব্যবহার করতে হবে ।

উত্তর:

চার্ট থেকে আমরা পাই, এন্ড মিল কাটারের সাহায্যে মাইল্ড স্টিল ধাতু কাটার জন্য কাটিং স্পীড ব্যবহার করতে হবে ২০-৩০ মিটার/মিনিট।

আমরা জানি RPM বা $N = \frac{1000 \times CS}{\pi D}$

বা $N = \frac{1000 \times 25}{3.1416 \times 20}$

$= 397.886 = 398$

এখানে,

CS নির্বাচন করি = ২৫ মিটার/মিনিট

দেওয়া আছে

কাটার ব্যাস D = ২০ মিমি

অর্থাৎ ৩৯৮ RPM ব্যবহার করতে হবে।

৫.৮.৮ বিভিন্ন মিলিং অপারেশনের জন্য প্রয়োজনীয় কাটিং ফ্লুইড নির্বাচন

মিলিং মেশিনে বিভিন্ন অপারেশন সম্পাদনে বিভিন্ন পদ্ধতিতে ধাতু কাটার সময় অধিক চাপের কারণে কাটার এবং কার্যবস্তুর ঘর্ষণে প্রচন্ড তাপের সৃষ্টি হয়। এই সৃষ্ট তাপ থেকে কার্যবস্তু ও কাটারকে রক্ষা করার জন্য এবং

উত্তমরূপে মিলিং কার্য সম্পাদনের জন্য বিভিন্ন ধাতুর ভিত্তিতে কাটিং ফ্লুইড নির্বাচন করতে হয়। সাধারণভাবে বিভিন্ন অপারেশন সম্পাদনে পানিতে দ্রবনীয় অয়েল ব্যবহার করে উত্তম ফল পাওয়া যায়।

নিম্নে বিভিন্ন অপারেশন সম্পাদনের জন্য কার্যবস্তুর ধাতুর ভিত্তিতে কাটিং ফ্লুইডের নাম উল্লেখ করা হলো–

ধাতুর নাম	কাটিং ফ্লুইডের নাম
অ্যালুমিনিয়াম ও ব্রোঞ্জ	পানিতে দ্রবনীয় অয়েল, লার্ড অয়েল, মিনারেল অয়েল অথবা ড্রাই কন্ডিশন
কাস্ট আয়রন, কপার ও ব্রাস	সল্যুবল অয়েল অথবা ড্রাই কন্ডিশন
ম্যালিয়েবল কাস্ট আয়রন	সোডা ওয়াটার অথবা ড্রাই কন্ডিশন
অ্যালয় স্টিল ও মেশিন স্টিল	সল্যুবল অয়েল, লার্ড অয়েল, মিনারেল অয়েল
টুল স্টিল	সল্যুবল (দ্রবনীয়) অয়েল, লার্ড অয়েল
মোনেল মেটাল	পানিতে দ্রবনীয় অয়েল

৫.৯ মিলিং অপারেশনে প্রয়োজনীয় সতর্কতা

- নির্দিষ্ট অপারেশনের জন্য নির্দিষ্ট কাটার সেট করা;
- নির্দিষ্ট অপারেশনের জন্য প্রযোজ্য RPM, ফীড ও ডেপথ অব কাট সেট করে উক্ত অপারেশন সম্পন্ন করা;
- নির্দিষ্ট অপারেশনের জন্য উপযুক্ত ও নিরাপদ ওয়ার্কহোল্ডিং ডিভাইস ব্যবহার করা;
- মেশিনে কাজ করার সময় টাইট এবং ঢিলা পোশাক পরিহার করা;
- মেশিন চলাকালীন সর্বদা গগলস্ পরিধান করা;
- মিলিং এর সময় কার্যবস্তুকে কাটার থেকে মুক্ত করে দিয়ে ডেপথ অব কাট দেয়া;
- চাদর, পায়জামা, পাঞ্জাবী, টাই, কোট ইত্যাদি ঢিলা পোষাক পরিহার করা;
- শক্ত তলা বিশিষ্ট পা মোড়ানো, চামড়ার জুতা পরিধান করা;
- সেফটি গার্ডসমূহ যথাস্থানে লাগিয়ে রাখা;
- বিদ্যুত সরবরাহ বন্ধ হয়ে গেলে সাথে সাথে মেশিন সুইচ অফ করা;
- কাজের সময় প্রয়োজনে কাটিং ফ্লুইড ব্যবহার করা ইত্যাদি।

৫.১০ মিলিং মেশিনের বিভিন্ন অপারেশনসমূহ

- প্লেইন মিলিং অপারেশন (Plain Milling Operation)
- ফেস মিলিং অপারেশন (Face Milling Operation)
- এন্ড মিলিং অপারেশন (End Milling Operation)
- ফর্ম মিলিং অপারেশন (Form Milling Operation)

- সাইড মিলিং অপারেশন (Side Milling Operation)
- গিয়ার মিলিং অপারেশন Gear Milling Operation)
- স্ট্রাডল মিলিং অপারেশন (Straddle Milling Operation)
- স্লট মিলিং অপারেশন (Slot Milling Operation)
- ভার্টিক্যাল মিলিং অপারেশন (Vertical Milling Operation)
- হরাইজনটাল মিলিং অপারেশন (Horizontal Milling Operation)
- গ্যাঙ্গ মিলিং অপারেশন (Gang Milling Operation)
- আপ অ্যান্ড ডাউন মিলিং অপারেশন (Up and Down Milling Operation)
- অ্যাঙ্গুলার মিলিং অপারেশন (Angular Milling Operation)
- প্রোফাইল মিলিং অপারেশন (Profile Milling Operation)
- স' মিলিং অপারেশন (Saw Milling Operation)
- ক্যাম মিলিং অপারেশন (Cam Milling Operation)
- থ্রেড মিলিং অপারেশন (Thread Milling Operation)
- হেলিক্যাল মিলিং অপারেশন (Helical Milling Operation) ইত্যাদি।

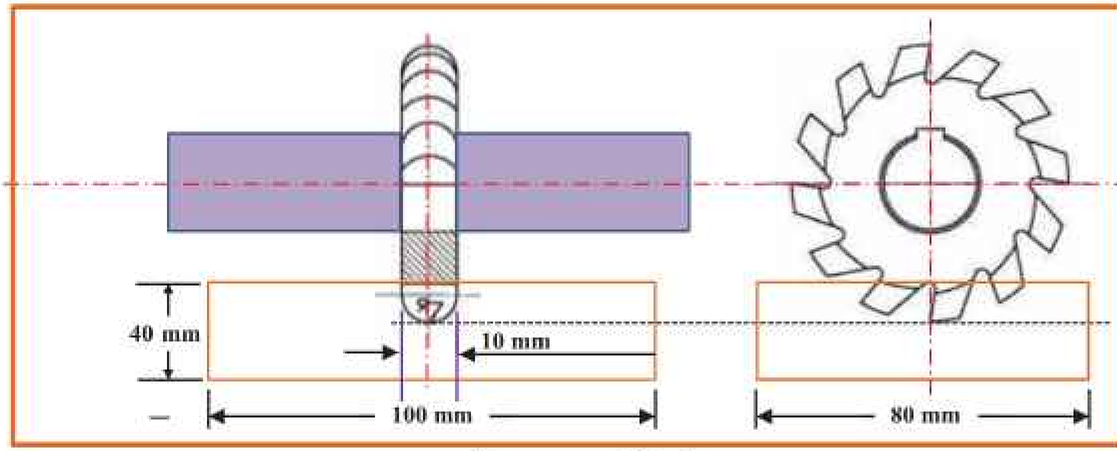
মিলিং মেশিনের ডায়ালের মাপ



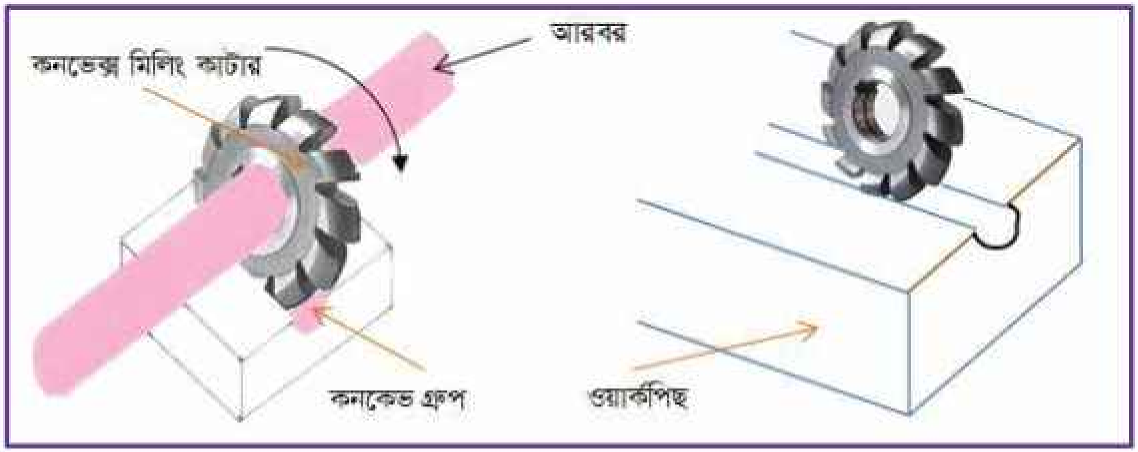
চিত্র-১০.৫২ মিলিং মেশিন ডায়াল

মিলিং মেশিনের টেবিলকে হ্যান্ড ফীড দেওয়ার জন্য স্ক্রু-স্পিন্ডল ব্যবহৃত হয় এবং রৈখিক, ক্রস ও ভার্টিক্যাল এই তিন দিকের ফীডের জন্য তিনটি পৃথক পৃথক স্ক্রু স্পিন্ডল থাকে। এই স্ক্রু-স্পিন্ডলের বাহিরের দিকে তিনটি ফীডের জন্য তিনটি ভিন্ন ভিন্ন মাত্রাঙ্কিত স্কেল রিং এর ব্যবস্থা থাকে। স্ক্রু স্পিন্ডলের পিচকে উহার সাথে সংযুক্ত মাত্রাঙ্কিত স্কেল রিং এর মোট ভাগ সংখ্যা দিয়ে ভাগ করলে স্কেল রিং এর ক্ষুদ্রতম এক ভাগের মান পাওয়া যায়। যেমন- টেবিল লীড-স্ক্রু এর থ্রেডের পিচ ৫ মিলিমিটার এবং উহার সাথে সংযুক্ত মাত্রাঙ্কিত রিং স্কেল এর প্রধান ভাগ সংখ্যা ৫টি অর্থাৎ প্রধান স্কেলের এক ভাগের মান ১ মিমি। প্রত্যেক মিমি বা অর্ধ মিমি রিং স্কেলের উপর লিখিত থাকে। প্রধান এক ভাগ আবার সমান ৫০ ভাগে বিভক্ত। সুতরাং ক্ষুদ্রতম এক ভাগের মান হচ্ছে ০.০২ মিমি। এক্ষেত্রে বিশেষ সুবিধা হচ্ছে যে, ক্ষুদ্রতম এক ভাগের মান মাত্রাঙ্কিত স্কেল রিং এর উপর স্পষ্ট ও সুন্দরভাবে লেখা থাকে। ক্রস ও ভার্টিক্যাল ফীডের ক্ষেত্রেও এই পদ্ধতি ব্যবহৃত হয় অর্থাৎ মাত্রাঙ্কন পাঠের নিয়ম একই। স্কেল রিংসমূহ বিভিন্নভাবে মাত্রাঙ্কিত হতে পারে। ব্রিটিশ পদ্ধতির মিলিং মেশিনে সর্বনিম্ন ০.০০১ ইঞ্চি পর্যন্ত ফীড দেওয়া যায়।

জব ১: হরাইজন্টাল মিলিং মেশিনে কনকেভ মিলিং করার দক্ষতা অর্জন



চিত্র-৫.৫৩ ওয়ার্কিং ড্রয়িং



চিত্র-৫.৫৪ মিলিং অপারেশন (লে-আউট ড্রয়িং)

পারদর্শিতার মানদন্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (পিপিই) ও শোভন পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- জব অনুযায়ী টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেটেরিয়্যাল সিলেক্ট ও কালেক্ট করা;
- ছবি অনুযায়ী ক্যারেজ পরিচালনার যন্ত্রাংশ সংগ্রহ করা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা:
- নষ্ট মালামাল (Wast) ও স্ক্র্যাপগুলো (Scrap) নির্ধারিত স্থানে ফেলা:
- কাজ শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দেওয়া ইত্যাদি।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	০১টি
২	সেফটি গগল্‌স	কাল ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	০১টি
৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১টি
৪	মাস্ক	তিন স্তর বিশিষ্ট	০১টি
৫	হ্যান্ড গ্লাভস	কাপড়ের তৈরি	০১ জোড়া
৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১ জোড়া


সেফটি হেলমেট


সেফটি গগল্‌স


অ্যাপ্রন


মাস্ক


হ্যান্ড গ্লাভস


সেফটি সুজ

চিত্র-৫.৫৫ ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্টস ও মেশিন)

ক্রমিক	যন্ত্রপাতির নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	মিলিং মেশিন	হরাইজন্টাল মিলিং মেশিন	১টি
২.	মিলিং কাটার (কনভেক্স)	নমুনা মোতাবেক	১টি
৩.	আরবর	নমুনা মোতাবেক	১টি
৪.	ভার্নিয়ার ক্যালিপার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৫.	মার্কিং কালার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৬.	হাইট গেজ	নমুনা মোতাবেক	১টি
৭.	স্ক্রাইবার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৮.	প্রিক পাঞ্চ	নমুনা মোতাবেক	১টি
৯.	হ্যামার	নমুনা মোতাবেক	১টি
১০.	অয়েল ক্যান	নমুনা মোতাবেক	১টি

১১.	গ্রীজ গান	নমুনা মোতাবেক	১টি
১২.	মেশিন ব্রাশ	নমুনা মোতাবেক	১টি

মালামাল (Raw Materials)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১	ওয়াস্ট কটন	যেকোনো আকারের নরম ও সুতি কাপড়ের	৫ টুকরা
২	সাদা কাগজ	A4 সাইজের ৮০ গ্রাম	৫ পাতা

কাজের ধারা

- প্রয়োজনীয় পিপিই পরিধান করো;
- ছকে উল্লেখিত তালিকা ও প্রয়োজন অনুযায়ী মালামাল এবং যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করো;
- কনকেভ মিলিং করতে কনভেক্স কাটার নির্বাচন করে ড্রয়িং অনুযায়ী কনভেক্স মিলিং কাটার নির্বাচন করো;
- মিলিং আরবরের ব্যাস অনুযায়ী কনভেক্স মিলিং কাটারের ছিদ্রের মাপ নির্বাচন করো;
- মিলিং কাটারের স্থাপিত স্থান যত সম্ভব মিলিং মেশিনের স্পিন্ডলের নিকট সেট করো;
- মিলিং কাটার, বিয়ারিং বুশ ও আরবর সাপোর্ট লাগিয়ে আরবর প্রান্তের লকিং নাট হাতে ঘুরিয়ে আটকাও;
- ওভার আর্মের সাথে আরবর সাপোর্টকে দৃঢ়ভাবে আটকাও এবং রেঞ্চের সাহায্যে আরবরের প্রান্তের নাট পূর্ণভাবে টাইট দাও;
- কার্যবস্তুর তল পরিষ্কার করে তাতে মার্কিং কালার লাগাও;
- মেশিন টেবিলের টি-স্লট চ্যানেল ও উপরিভাগ হতে চিপসমূহ অপসারণ করে ভালভাবে পরিষ্কার করো;
- এখন ভাইস ক্ল্যাম্পিং বোল্টদ্বয় ঢিলা করে, প্রিসিশন ট্রাই স্কয়ারকে কলামের সাহায্যে সঠিকভাবে ভাইসের 'জ'-কে এল্যাইনমেন্ট করো;
- ভাইসের অবস্থান সমন্বয় হলে, ভাইস ক্ল্যাম্পিং বোল্টদ্বয় টাইট দাও;
- মেশিন ভাইসের সিট পরিষ্কার করে, তার উপর প্যারালাল বার স্থাপন করে, তাতে কার্যবস্তু সঠিকভাবে বাঁধ;
- নিম্নের সূত্রাবলীর সাহায্যে কাটিং স্পীড ও কাটারের RPM বের করো;

  কাটিং স্পীড, $CS = \frac{\pi \times D \times N}{1000}$ মিটার/মিনিট

  এবং RPM, $N = \frac{1000 \times CS}{\pi \times D}$, যেখানে D = কাটারের ব্যাস (মিমি)
- কার্যবস্তুর মটেরিয়াল অনুযায়ী কাটিং স্পীড নির্বাচন করো;

২০২৫

- মেশিন বন্ধ অবস্থায় RPM সেট করো এবং স্বয়ংক্রিয় ফিড সেট করো;
- মেশিন চালু করে ঘূর্ণন গতি পরীক্ষা করোএবং প্রয়োজনে মেশিন বন্ধ করে পরিবর্তন করো;
- ভার্টিক্যাল ফীড-এর কলার শূন্য চিহ্নিত স্থানে সেট করো;
- টেবিল উঁচু করে ডেপথ অব কাট ঠিক করো এবং কুল্যান্ট পদ্ধতি চালু করো;
- হ্যান্ড হুইলের সাহায্যে ক্রস ফীড দাও;
- টেবিলকে ধীরে ধীরে উঁচু করে, কাটার ও কার্যবস্তুর মাঝে সামান্য ফাঁক রাখ;
- মেশিনে সঠিকভাবে কাটিং ডাটা সেট হয়েছে কি না দেখ;
- ড্রয়িং অনুসারে কাজ শেষে সব মাপ পরীক্ষা করো;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের এর নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করো;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করো এবং ওয়েস্টেজ ও স্ক্র্যাপগুলি নির্ধারিত স্থানে ফেলে দাও;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দাও ইত্যাদি।

কাজের সতর্কতা

- কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত করতে হবে;
- প্রয়োজনমত মেশিন গার্ড ব্যবহার করতে হবে;
- মোটা সোলের জুতা, সেফটি ড্রেস ও গগলস্ পরিধান করতে হবে;
- কার্যবস্তু মেশিন ভাইসে শক্তভাবে টাইট দিতে হবে;
- সঠিকভাবে কাটার বেঁধে প্রথমে মেনুয়্যাল কাট দিতে হবে;
- কাজের সময় মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা করতে হবে;
- খুব সতর্কতার সাথে ফিনিশ কাট দিতে হবে;
- মেশিনে কোন অসুবিধা হলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ করতে হবে;
- প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত সতর্কতার সাথে কাজ করতে হবে ইত্যাদি।

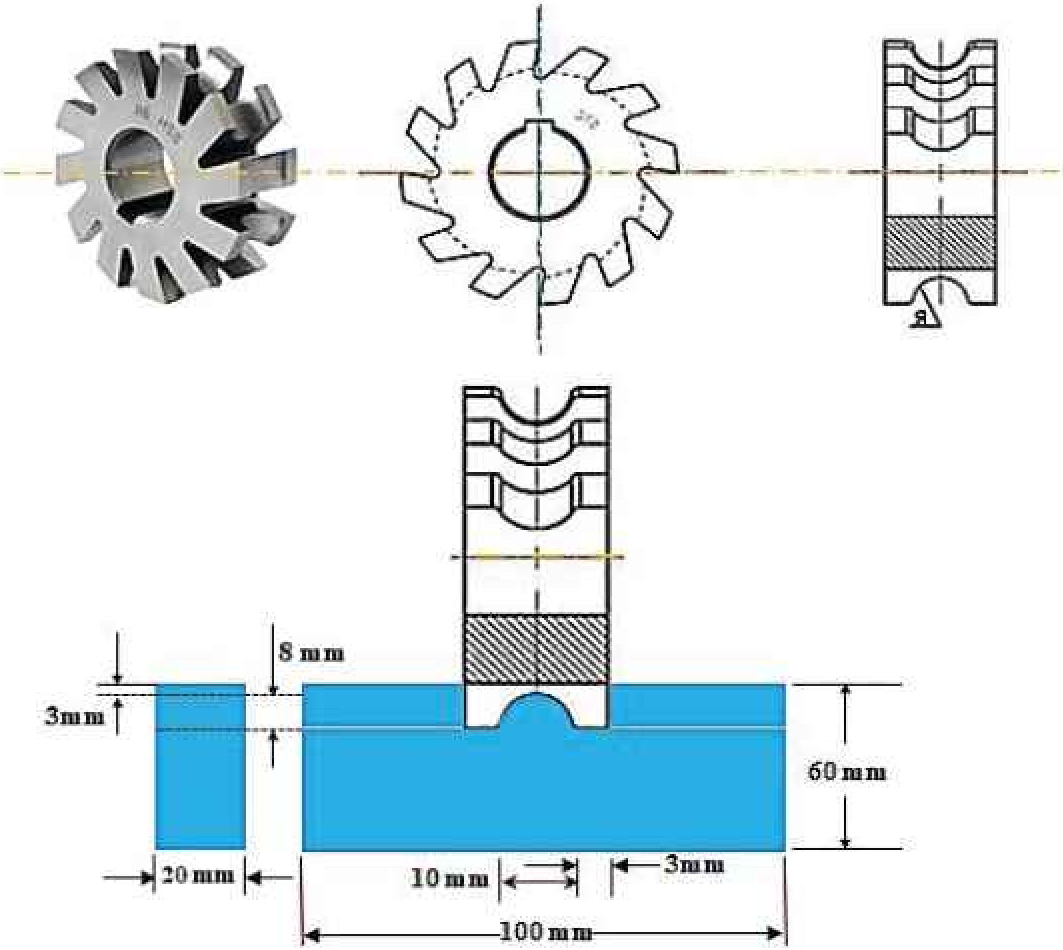
অর্জিত দক্ষতা/ফলাফল

হরাইজন্টাল মিলিং মেশিনে কনকেভ মিলিং করতে সক্ষম হবে।

ফলাফল বিশ্লেষণ/মন্তব্য

মিলিং অপারেশনে এর যথাযথ প্রয়োগ করতে সক্ষম হবে।

জব-২: হরাইজন্টাল মিলিং মেশিনে কনভেক্স মিলিং করার দক্ষতা অর্জন



চিত্র-৫.৫৬ ওয়ার্কিং ড্রয়িং

পারদর্শিতার মানদন্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (পিপিই) ও শোভন পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- জব অনুযায়ী টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেটেরিয়্যাল সিলেক্ট ও কালেক্ট করা;
- ছবি অনুযায়ী ক্যারেজ পরিচালনার যন্ত্রাংশ সংগ্রহ করা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;

- নষ্ট মালামাল (Wast) ও স্ক্র্যাপগুলো (Scrap) নির্ধারিত স্থানে ফেলা;
- কাজ শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দেওয়া ইত্যাদি।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
০১	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	০১টি
০২	সেফটি গগল্‌স	কাল ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	০১টি
০৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১টি
০৪	মাস্ক	তিন স্তর বিশিষ্ট	০১টি
০৫	হ্যান্ড গ্লাভস	কাপড়ের তৈরি	০১ জোড়া
০৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১ জোড়া


সেফটি হেলমেট


সেফটি গগল্‌স


অ্যাপ্রন


মাস্ক


হ্যান্ড গ্লাভস


সেফটি সুজ

চিত্র-৫.৫৭ ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্টস ও মেশিন)

ক্রমিক	যন্ত্রপাতির নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	মিলিং মেশিন	হরাইজন্টাল মিলিং মেশিন	১টি
২.	মিলিং কাটার (কনভেক্স)	নমুনা মোতাবেক	১টি
৩.	আরবর	নমুনা মোতাবেক	১টি
৪.	ভার্নিয়ার ক্যালিপার	নমুনা মোতাবেক	১টি

৫.	মার্কিং কালার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৬.	হাইট গেজ	নমুনা মোতাবেক	১টি
৭.	স্ক্রুইবার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৮.	প্রিক পাঞ্চ	নমুনা মোতাবেক	১টি
৯.	হ্যামার	নমুনা মোতাবেক	১টি
১০.	অয়েল ক্যান	নমুনা মোতাবেক	১টি
১১.	গ্রীজ গান	নমুনা মোতাবেক	১টি
১২.	মেশিন ব্রাশ	নমুনা মোতাবেক	১টি

মালামাল (Raw Materials)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১	ওয়াস্ট কটন	যেকোনো আকারের নরম ও সুতি কাপড়ের	৫ টুকরা
২	সাদা কাগজ	A4 সাইজের ৮০ গ্রাম	৫টি
৩	ওয়ার্ক পিস	১০০ × ৬০ × ২০ মিমি	১টি

কাজের ধারা

- প্রয়োজনীয় পিপিই পরিধান করো;
- ছকে উল্লেখিত তালিকা ও প্রয়োজন অনুযায়ী মালামাল এবং যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করো;
- কনভেক্স মিলিং করতে কনকেভ কাটার এবং কনভেক্স রেডিয়াস অনুযায়ী কনকেভ মিলিং কাটার নির্বাচন করো। মিলিং আরবরের ব্যাস অনুযায়ী কনভেক্স মিলিং কাটারের ছিদ্রের মাপ ঠিক করে মিলিং কাটারের ছিদ্র যে পরিমাপে থাকে, সে পরিমাপের আরবর ব্যবহার করো;
- আরবর হতে প্রয়োজনীয় স্পেস কলার অপসারণ করে মিলিং কাটারের স্থাপিত স্থান যত সম্ভব মিলিং মেশিনের স্পিন্ডলের নিকট রাখো;
- প্রয়োজনীয় সংখ্যক স্পেস কলার লাগিয়ে মিলিং কাটার লাগাও;
- আরবর ও স্পেস কলার লাগিয়ে বিয়ারিং বুশ লাগাও এবং আরবর প্রান্তের লকিং নাট হাতে ঘুরিয়ে আটকাও;

- ওভার আর্মের সাথে আরবর সাপোর্টকে দৃঢ়ভাবে আটকাও এবং রেঞ্চের সাহায্যে আরবরের প্রান্তের নাট পূর্ণভাবে টাইট দাও। আরবর সাপোর্ট ছাড়া লকিং নাট আটকাবে বা খুলবে না। তা না হলে আরবর বাঁকা হয়ে যেতে পারে;
- কার্যবস্তুর তল পরিষ্কার করে তাতে মার্কিং কালার লাগাও এবং হাইট গেজের সাহায্যে সারফেস প্লেট এনে কনকেভের চওড়া ও গভীরতা মার্ক করো। হাতুড়ি ও পাঞ্চ-এর সাহায্যে মার্কিং করা স্থানে সম দূরত্বে পাঞ্চিং করো;
- মেশিন টেবিলের টি-স্লট চ্যানেল ও উপরিভাগ হতে চিপসমূহ অপসারণ করে ভালভাবে পরিষ্কার করো।
- এখন ভাইস ক্ল্যাম্পিং বোল্টদ্বয় ঢিলা করে, প্রিসিশন ট্রাই স্কয়্যারকে কলামের সাহায্যে সঠিকভাবে ভাইসের 'জ'-কে এল্যাইনমেন্ট করো;
- ভাইসের অবস্থান সমন্বয় হলে, ভাইস ক্ল্যাম্পিং বোল্টদ্বয় টাইট দাও;
- মেশিন ভাইসের সিট পরিষ্কার করে, তার উপর প্যারালাল বার স্থাপন করে, তাতে কার্যবস্তু সঠিকভাবে বাঁধ;
- নিম্নের সূত্রাবলীর সাহায্যে কাটিং স্পীড ও কাটারের RPM বের করো-

  কাটিং স্পীড, $CS = \frac{\pi \times D \times N}{1000}$ মিটার/মিনিট

  এবং RPM, $N = \frac{1000 \times CS}{\pi \times D}$, যেখানে D = কাটারের ব্যাস (মিমি)
- কার্যবস্তুর মেটেরিয়্যাল অনুযায়ী কাটিং স্পীড নির্বাচন করো;
- মেশিন বন্ধ অবস্থায় RPM সেট করো এবং স্বয়ংক্রিয় ফীড সেট করো;
- টেবিল উঁচু করে ডেপথ অব কাট ঠিক করো;
- কুল্যান্ট পদ্ধতি চালু করো;
- টেবিলকে ধীরে ধীরে উঁচু করে, কাটার ও কার্যবস্তুর মাঝে সামান্য ফাঁক রাখো;
- মেশিনে সঠিকভাবে কাটিং ডাটা সেট হয়েছে কি না দেখ;
- ড্রয়িং অনুসারে কাজ শেষে সব মাপ পরীক্ষা করো;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করো;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করো;
- ওয়েস্টেজ এবং স্ক্র্যাপগুলি নির্ধারিত স্থানে ফেলে দাও;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দাও ইত্যাদি।

কাজের সতর্কতা

- কাজের সময় হ্যান্ড গ্লাভস ব্যবহার করতে হবে;
- কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত করতে হবে;
- প্রয়োজনমত মেশিন গার্ড ব্যবহার করতে হবে;
- মোটা সোলের জুতা, সেফটি ড্রেস ও গগলস্ পরিধান করতে হবে;
- কার্যবস্তু মেশিন ভাইসে শক্তভাবে টাইট দিতে হবে;
- সঠিকভাবে কাটার বেঁধে প্রথমে মেনুয়্যাল কাট দিতে হবে;
- কাজের সময় মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা করতে হবে;
- খুব সতর্কতার সাথে ফিনিশ কাট দিতে হবে;
- মেশিনে কোনো অসুবিধা হলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ করতে হবে;
- প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত সতর্কতার সাথে কাজ করতে হবে ইত্যাদি।

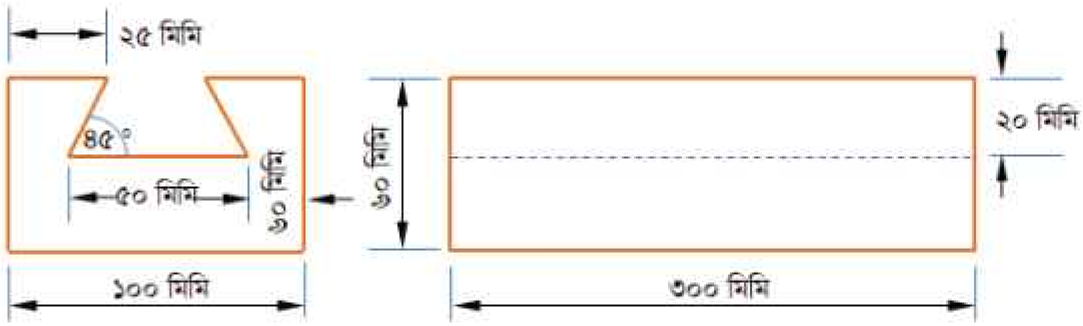
অর্জিত দক্ষতা/ফলাফল

হরাইজন্টাল মিলিং মেশিনে কনভেক্স মিলিং করতে সক্ষম হবে।

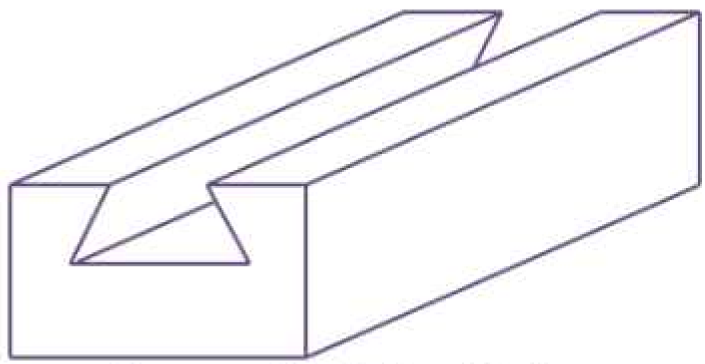
ফলাফল বিশ্লেষণ/মন্তব্য

মিলিং অপারেশনে এর যথাযথ প্রয়োগ করতে সক্ষম হবে।

জব ৩: ডাভটেইল স্লট মিলিং করার দক্ষতা অর্জন



সকল মাপ মিলি মিটারে
টলারেন্স ± ০.৫ মিলি মিটার



চিত্র-৫.৫৮ ডাভটেইল স্লট কাটিং ওয়ার্কিং ড্রয়িং

পারদর্শিতার মানদন্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (পিপিই) ও শোভন পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- জব অনুযায়ী টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেটেরিয়্যাল সিলেক্ট ও কালেক্ট করা;
- ছবি অনুযায়ী ক্যারেজ পরিচালনার যন্ত্রাংশ সংগ্রহ করা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- নষ্ট মালামাল (Wast) ও স্ক্র্যাপগুলো (Scrap) নির্ধারিত স্থানে ফেলা;
- কাজ শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দেওয়া ইত্যাদি।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
০১	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	১টি
০২	সেফটি গগল্স	কাল ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	১টি
০৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	১টি
০৪	মাস্ক	তিন স্তর বিশিষ্ট	১টি
০৫	হ্যান্ড গ্লাভস	কাপড়ের তৈরি	১ জোড়া
০৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	১ জোড়া



চিত্র-৫.৫৯ ডাভটেইল স্লট কাটার

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্টস ও মেশিন)

ক্রমিক	যন্ত্রপাতির নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	মিলিং মেশিন	ভার্টিক্যাল টাইপ	১টি
২.	ডাভটেইল মিলিং কাটার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৩.	ভার্টিক্যাল মিলিং এট্যাচমেন্ট	নমুনা মোতাবেক	১টি
৪.	টেপার শ্যাঙ্ক কাটার অ্যাডাপ্টার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৫.	অ্যাঙ্গেল প্লেট	নমুনা মোতাবেক	১টি
৬.	ভার্নিয়ার ক্যালিপার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৭.	মার্কিং কালার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৮.	স্ক্রাইবার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৯.	প্রিক পাঞ্চ	নমুনা মোতাবেক	১টি
১০.	হ্যামার	নমুনা মোতাবেক	১টি
১১.	অয়েল ক্যান	নমুনা মোতাবেক	১টি
১২.	গ্রীজ গান	নমুনা মোতাবেক	১টি
১৩.	মেশিন ব্রাশ	নমুনা মোতাবেক	১টি

মালামাল (Raw Materials)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১	ওয়াস্ট কটন	যেকোনো আকারের নরম ও সুতি কাপড়ের	৫ টুকরা
২	সাদা কাগজ	A4 সাইজের ৮০ গ্রাম	৫টি
৩	ওয়ার্কিং ব্লক	ড্রয়িং অনুযায়ী	১টি

কাজের ধারা

- প্রয়োজনীয় পিপিই পরিধান করো;
- ছকে উল্লেখিত তালিকা ও প্রয়োজন অনুযায়ী মালামাল এবং যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করো;
- ড্রয়িং এর স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী ডাভটেইল স্লট মিলিং করতে মিলিং কাটার নির্বাচন করো:
- ভার্টিক্যাল হেড স্পিন্ডলে ড্র-ব্যাক চাক বাঁধ:
- কার্যবস্তু ক্ল্যাম্পিং করো, নাটকে দৃঢ়ভাবে টাইট করতে স্প্যানার ব্যবহার করো;
- কার্যবস্তুর মেটেরিয়্যাল অনুযায়ী কাটিং স্পীড নির্বাচন করো এবং ভার্নিয়ার ক্যালিপারের সাহায্যে কাটার ব্যাস পরীক্ষা করো। কাটিং স্পীড ও কাটারের ব্যাস অনুযায়ী চার্ট হতে কাটারের প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন গতির মান নির্বাচন করো। মেশিন ডায়াল ঘুরিয়ে RPM সেট করো;
- মেশিন চালু অবস্থায় RPM পরিবর্তন করা হতে বিরত থাকো;
- টেবিল সেট করো,মেশিন সেটআপ পরীক্ষা করে মেশিন চালু করো। ডেপথ অব কাটা দাও এবং কুল্যান্ট পদ্ধতি চালু করো;
- পুনরায় মেশিন চালু করে চূড়ান্ত ডেপথ অব কাট দাও এবং স্লটের চওড়া বৃদ্ধি করতে টেবিলের অনুভূমিক অবস্থান সমন্বয় করো;
- কার্যবস্তু অপসারণের পূর্বে যত্ন সহকারে পরিমাপ পরীক্ষা করো;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করো;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করো;
- ওয়াস্ট ও স্ক্র্যাপগুলি নির্ধারিত স্থানে ফেলে দাও;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দাও ইত্যাদি।



চিত্র-৫.৬০ কার্যবস্তুর উপর ডাভটেইল মিলিং অপারেশন

কাজের সতর্কতা

- কাজের সময় হ্যান্ড গ্লাভস ব্যবহার করতে হবে;
- কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত করতে হবে;
- প্রয়োজনমত মেশিন গার্ড ব্যবহার করতে হবে;
- মোটা সোলের জুতা, সেফটি ড্রেস ও গগলস্ পরিধান করতে হবে;
- কার্যবস্তু মেশিন ভাইসে শক্তভাবে টাইট দিতে হবে;
- সঠিকভাবে কাটার বেঁধে প্রথমে মেনুয়্যাল কাট দিতে হবে;
- কাজের সময় মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা করতে হবে;
- খুব সতর্কতার সাথে ফিনিশ কাট দিতে হবে;
- মেশিনে কোন অসুবিধা হলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ করতে হবে;
- প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত সতর্কতার সাথে কাজ করতে হবে ইত্যাদি।

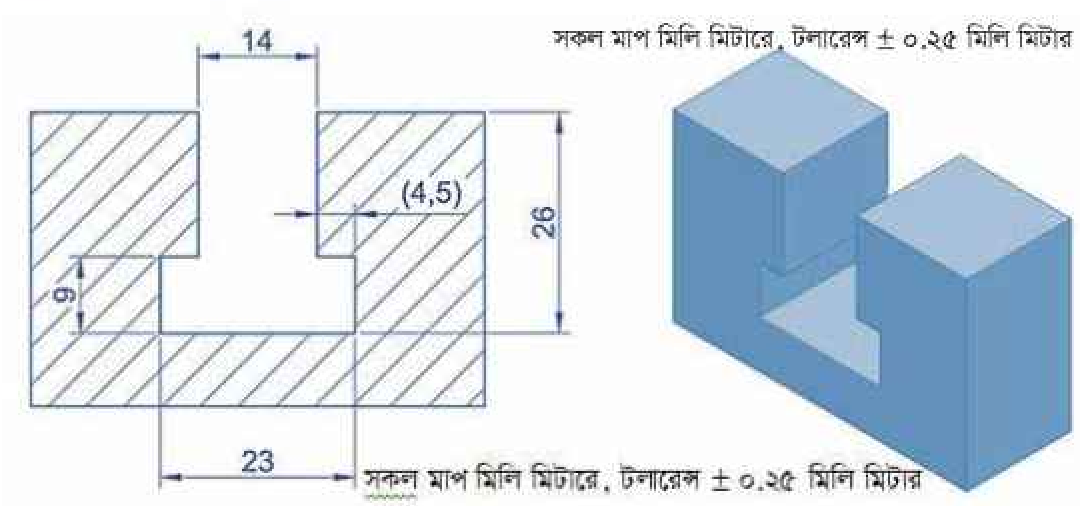
অর্জিত দক্ষতা/ফলাফল

হরাইজন্টাল মিলিং মেশিনে ডাভটেইল মিলিং করতে সক্ষম হবে।

ফলাফল বিশ্লেষণ/মন্তব্য

মিলিং অপারেশনে এর যথাযথ প্রয়োগ করতে সক্ষম হবে।

জব-৪: ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনে টি-স্লট তৈরি করার দক্ষতা অর্জন



চিত্র-৫.৬১ টি-স্লট তৈরির ডায়াগ্রাম ড্রয়িং

পারদর্শিতার মানদন্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (পিপিই) ও শোভন পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- জব অনুযায়ী টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেটেরিয়্যাল সিলেক্ট ও কালেক্ট করা;
- ছবি অনুযায়ী ক্যারেজ পরিচালনার যন্ত্রাংশ সংগ্রহ করা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- নষ্ট মালামাল (Wast) ও স্ক্র্যাপগুলো (Scrap) নির্ধারিত স্থানে ফেলা;
- কাজ শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দেওয়া ইত্যাদি।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
০১	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	০১টি
০২	সেফটি গগল্স	কাল ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	০১টি
০৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১টি
০৪	মাস্ক	তিন স্তর বিশিষ্ট	০১টি
০৫	হ্যান্ড গ্লাভস	কাপড়ের তৈরি	০১ জোড়া
০৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১ জোড়া

২০২৫

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্টস ও মেশিন)

ক্রমিক	যন্ত্রপাতির নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	মিলিং মেশিন	ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিন	১টি
২.	কাটিং টুল	কাজের সাথে সমন্বিত	১টি
৩.	ডিভাইডার	কাজের সাথে সমন্বিত	১টি
৪.	ভার্নিয়ার ক্যালিপার	কাজের সাথে সমন্বিত	১টি
৫.	মার্কিং কালার	কাজের সাথে সমন্বিত	১টি
৬.	এনভিল	কাজের সাথে সমন্বিত	১টি
৭.	এ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ	কাজের সাথে সমন্বিত	১টি
৮.	স্ক্রুইবার	কাজের সাথে সমন্বিত	১টি
৯.	প্রিক পাঞ্চ	কাজের সাথে সমন্বিত	১টি
১০.	হ্যামার	কাজের সাথে সমন্বিত	১টি
১১.	অয়েল ক্যান	কাজের সাথে সমন্বিত	১টি
১২.	গ্রীজ গান	কাজের সাথে সমন্বিত	১টি
১৩.	মেশিন ব্রাশ	কাজের সাথে সমন্বিত	১টি

মালামাল (Raw Materials)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১	ওয়্যাস্ট কটন	যেকোনো আকারের নরম ও সুতি কাপড়ের	৫ টুকরা
২	সাদা কাগজ	A4 সাইজের ৮০ গ্রাম	৫টি
৩	কার্যবস্তু/জব	ড্রয়িং এর পরিমাপ অনুযায়ী	১টি



কার্যবস্তুতে লে-আউট ও কাটিং টুল এল্যাইনকরণ



টি-স্লট কাটিং শুরু (প্রথম ধাপ)



টি-স্লট কাটিং এর দ্বিতীয় ধাপ



টি-স্লট কাটিং অপারেশন

কাজের ধারা

- প্রয়োজনীয় পিপিই পরিধান করো;
- ছকে উল্লেখিত তালিকা ও প্রয়োজন অনুযায়ী মালামাল এবং যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করো;
- ড্রয়িং এর স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী সার্কুলার স্লট মিলিং করতে মিলিং কাটার নির্বাচন করো;
- ভার্টিক্যাল হেড স্পিন্ডলে ড্র-ব্যাক চাক বাঁধ;
- কার্যবস্তু ক্ল্যাম্পিং করো, নাটকে দৃঢ়ভাবে টাইট করতে স্প্যানার ব্যবহার করো;
- কার্যবস্তুর মেটেরিয়্যাল অনুযায়ী কাটিং স্পীড নির্বাচন কর এবং ভার্নিয়ার ক্যালিপারের সাহায্যে কাটার লেন্থ পরীক্ষা করো। কাটিং স্পীড ও কাটারের ব্যাস অনুযায়ী চার্ট হতে কাটারের প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন গতির মান নির্বাচন করো। মেশিন ডায়াল ঘুরিয়ে RPM সেট করো;

২০১৫

- মেশিন চালু অবস্থায় RPM পরিবর্তন করা হতে বিরত থাকো;
- টেবিল সেট করো, মেশিন সেটআপ পরীক্ষা করে মেশিন চালু করো। ডেপথ অব কাটা দাও এবং কুল্যান্ট পদ্ধতি চালু করো;
- পুনরায় মেশিন চালু করে চূড়ান্ত ডেপথ অব কাট দাও এবং স্লটের চওড়া বৃদ্ধি করতে টেবিলের অনুভূমিক অবস্থান সমন্বয় করো;
- কার্যবস্তু অপসারণের পূর্বে যত্ন সহকারে পরিমাপ পরীক্ষা করো;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করো;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করো;
- ওয়াস্ট ও স্ক্র্যাপগুলি নির্ধারিত স্থানে ফেলে দাও;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দাও ইত্যাদি।

কাজের সতর্কতা

- কাজের সময় হ্যান্ড গ্লাভস ব্যবহার করতে হবে;
- কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত করতে হবে;
- প্রয়োজনমত মেশিন গার্ড ব্যবহার করতে হবে;
- মোটা সোলের জুতা, সেফটি ড্রেস ও গগলস্ পরিধান করতে হবে;
- কার্যবস্তু মেশিন ভাইসে শক্তভাবে টাইট দিতে হবে;
- সঠিকভাবে কাটার বেঁধে প্রথমে মেনুয়্যাল কাট দিতে হবে;
- কাজের সময় মাঝে মাঝে মাপ পরীক্ষা করতে হবে;
- খুব সতর্কতার সাথে ফিনিশ কাট দিতে হবে;
- মেশিনে কোন অসুবিধা হলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ করতে হবে;
- প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত সতর্কতার সাথে কাজ করতে হবে ইত্যাদি।

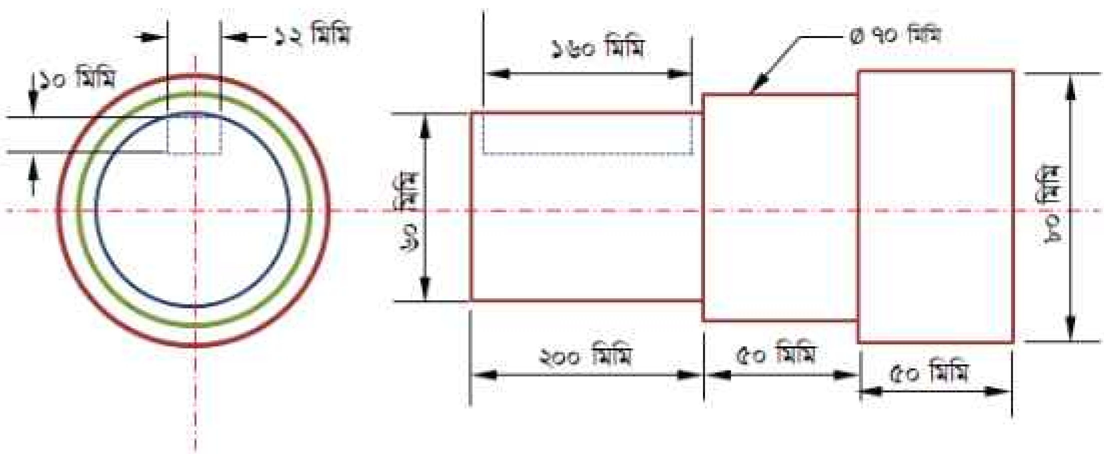
অর্জিত দক্ষতা/ফলাফল

ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনে টি-স্লট তৈরি করতে সক্ষম হবে।

ফলাফল বিশ্লেষণ/মন্তব্য

মিলিং অপারেশনে এর যথাযথ প্রয়োগ করতে সক্ষম হবে।

জব ৫: সিলিন্ডিক্যাল শ্যাফট এ চাবির ঘাট কাটার দক্ষতা অর্জন



চিত্র-৫.৬২ শ্যাফট এ চাবির ঘাট কাটার ডায়াগ্রাম ড্রয়িং

পারদর্শিতার মানদন্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (পিপিই) ও শোভন পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- জব অনুযায়ী টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেটেরিয়্যাল সিলেক্ট ও কালেক্ট করা;
- ছবি অনুযায়ী ক্যারেজ পরিচালনার যন্ত্রাংশ সংগ্রহ করা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- নষ্ট মালামাল (Wast) ও স্ক্র্যাপগুলি (Scrap) নির্ধারিত স্থানে ফেলা;
- কাজ শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দেওয়া ইত্যাদি।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১.	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	০১টি
২.	সেফটি গগল্‌স	কাল ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	০১টি
৩.	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১টি

২০২৫

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১.	মাস্ক	তিন স্তর বিশিষ্ট	১টি
২.	হ্যান্ড গ্লাভস	কাপড়ের তৈরি	১ জোড়া
৩.	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	১ জোড়া


সেফটি হেলমেট


সেফটি গগল্‌স


অ্যাপ্রন


মাস্ক


হ্যান্ড গ্লাভস


সেফটি সুজ


চিত্র-৫.৬৩ ভার্টিক্যাল মিলি মেশিনে শ্যাফটে কী-ওয়ে কাটিং

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্টস ও মেশিন)

ক্রমিক	যন্ত্রপাতির নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	মিলিং মেশিন	ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিন	১টি
২.	কী-ওয়ে কাটিং টুল	ড্রয়িং অনুযায়ী	১টি
৩.	ডিভাইডার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৪.	মার্কিং কালার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৫.	ভার্নিয়ার ক্যালিপার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৬.	প্রিক পাঞ্চ	নমুনা মোতাবেক	১টি
৭.	হ্যামার	নমুনা মোতাবেক	১টি
৮.	এনভিল	নমুনা মোতাবেক	১টি
৯.	অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ	নমুনা মোতাবেক	১টি
১০.	অয়েল ক্যান	নমুনা মোতাবেক	১টি
১১.	গ্রীজ গান	নমুনা মোতাবেক	১টি
১২.	মেশিন ব্রাশ	নমুনা মোতাবেক	১টি
১৩.	ভি-ব্লক	নমুনা মোতাবেক	১টি

মালামাল (Raw Materials)

ক্রমিক	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১	কার্যবস্তু	একটি সিলিন্ড্রিক্যাল শ্যাফট (ড্রয়িং মোতাবেক)	১টি
২	ওয়াস্ট কটন	যেকোনো আকারের নরম ও সুতি কাপড়ের	৫ টুকরা
৩	সাদা কাগজ	A4 সাইজের ৮০ গ্রাম	৫টি

কাজের ধারা

- প্রয়োজনীয় পিপিই পরিধান করো;
- ছকে উল্লেখিত তালিকা ও প্রয়োজন অনুযায়ী মালামাল এবং যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করো;
- ড্রয়িং এর স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী সার্কুলার প্লট মিলিং করতে কাটার নির্বাচন করো;
- কলেটের বোর ও কাটার শ্যাঙ্ক পরিষ্কার করে কলেটের বোরে কাটারের শ্যাঙ্ক প্রবেশ করাও
- ভার্টিক্যাল হেড স্পিন্ডলে ড্র-ব্যাক চাক বাঁধ;
- মেশিন ভাইস সেট করে হ্যান্ডেলের সাহায্যে ভাইসের 'জ' কে ফাঁকা করো;
- ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনের ভাইসে চাবির ঘাট কাটার জন্য শ্যাফট স্থাপন করো;
- শ্যাফটকে সংরক্ষণ করতে ভাইসের 'জ' এর নরম পদার্থের ভাইস ক্ল্যাম্প ব্যবহার করো;

২০২৫

- মেশিন ভাইসে শ্যাফটকে বাঁধতে হ্যান্ডেলের সাহায্যে টাইট দাও এবং কার্যবস্তুর উপর প্লাষ্টিক হ্যামার দিয়ে মৃদু আঘাত করো;
- ক্রস স্লাইডের মাধ্যমে মেশিন টেবিলকে এমনভাবে সেট কর, যাতে কাটারের রেডিয়াল কাটিং এজ কার্যবস্তুর পরিধিকে স্পর্শ করে;
- যে স্থানে চাবির ঘাট বা কী-ওয়ে কাটা হবে, সে স্থানে মার্কিং কালার লাগাও;
- কাটিং স্পীড ও কাটারের ব্যাস অনুযায়ী চার্ট হতে কাটারের প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন গতির মান নির্বাচন কর এবং মেশিন ডায়াল ঘুরিয়ে RPM সেট করো;
- প্রয়োজনে যদি স্বয়ংক্রিয় ফিড ব্যবহার করতে হয়, তবে মেশিন টেবিলের ফিড স্ক্রু-এর সঙ্গে রোটারী টেবিলের স্পিন্ডলের শ্যাফটের সাথে সমান সংখ্যক গিয়ার সংযুক্ত করো;
- অপারেশন স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী ভার্টিক্যাল স্লাইডের সাহায্যে ডেপথ অব কাট দাও;
- রৈখিক স্লাইড স্কেলে চাবির ঘাটের দৈর্ঘ্য ও অবস্থান পাঠ করে হাত দিয়ে ফিড দাও;
- সঠিক দৈর্ঘ্য ও গভীরতায় চাবির ঘাট মিলিং কর এবং চাবির ঘাট মিলিং করা হয়ে গেলে মেশিন স্পিন্ডল বন্ধ করো;
- চাবির ঘাটের সাইজ পরীক্ষা কর এবং ড্রয়িং-এর স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী মাপ পরীক্ষা করে কার্যবস্তু অপসারণ করো;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপ পরিষ্কার ও অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করো;
- ওয়েস্টেজ ও স্ক্র্যাপগুলি নির্ধারিত স্থানে ফেলে দাও;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দাও ইত্যাদি।

কাজের সতর্কতা

- কাজের সময় হ্যান্ড গ্লাভস ব্যবহার করতে হবে;
- কাজের স্থান পরিষ্কার করে পিচ্ছিল মুক্ত করতে হবে;
- প্রয়োজনমত মেশিন গার্ড ব্যবহার করতে হবে;
- মোটা সোলের জুতা, সেফটি ড্রেস ও গগলস্ পরিধান করতে হবে;
- কার্যবস্তু মেশিন ভাইসে শক্তভাবে টাইট দিতে হবে;
- সঠিকভাবে কাটার বেঁধে প্রথমে মেনুয়্যাল কাট দিতে হবে;
- মেশিনে কোন অসুবিধা হলে সঙ্গে সঙ্গে মেশিন বন্ধ করতে হবে;

অর্জিত দক্ষতা/ফলাফল

ভার্টিক্যাল মিলিং মেশিনে কী-ওয়ে মিলিং করতে সক্ষম হবে।

ফলাফল বিশ্লেষণ/মন্তব্য

মিলিং অপারেশনে এর যথাযথ প্রয়োগ করতে সক্ষম হবে।

অনুশীলনী-৫

অতি সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১. মিলিং মেশিন কী? (সঠিক উত্তরটি লেখ)

(ক) কার্যবস্তু তার অক্ষ বরাবর ঘুরে কাটিং, টার্নিং, নার্লিং, ড্রিলিং, ডিফরমেশন ইত্যাদি অপারেশন সম্পন্ন হয়।

(খ) এটি এমন একটি উৎপাদন পদ্ধতি যেখানে কম্পিউটার প্রোগ্রামিং এর সাহায্যে কমান্ড দিয়ে মেশিনিং সম্পন্ন করা হয়।

(গ) মাল্টিপয়েন্ট কাটিং টুলের ঘুর্ণনের মাধ্যমে কার্যবস্তু থেকে অতিরিক্ত ধাতু অপসারণ করে প্রত্যাশিত আকার প্রদান করা হয়।

(ঘ) উপরের একটিও নয়।

২. কোনটি নী (Knee) এবং কলাম টাইপ মিলিং মেশিন নয়?

(ক) হরাইজন্টাল মিলিং মেশিন

(খ) স্পেরিক্যাল মিলিং মেশিন

(গ) ইউনিভার্স্যাল মিলিং মেশিন

(ঘ) অমনিভার্সাল মিলিং মেশিন

৩. মিলিং মেশিন এর কাজ কী?

৪. ওভার আর্ম কিসের মাধ্যমে আরবরের সাথে সংযুক্ত থাকে?

সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১. মিলিং মেশিনের প্রধান ৫টি অংশের নাম লেখ।

২. পাঁচ প্রকার স্পেশাল টাইপ মিলিং মেশিনের নাম লেখ।

৩. প্লেইন ও ইউনিভার্স্যাল মিলিং মেশিনের মধ্যে পার্থক্য উল্লেখ করো।

৪. মিলিং মেশিনের সাহায্যে কি কি কাজ করা যায় সংক্ষেপে লেখ।

৫. ড্রাম টাইপ মিলিং মেশিন কোথায় ব্যবহার করা হয়?

রচনামূলক প্রশ্ন

১. প্রোফাইল মিলিং মেশিনের গঠন সংক্ষেপে বর্ণনা করো।

২. স্পিন্ডলের কার্যপদ্ধতি বর্ণনা করো।

৩. মিলিং মেশিনের শ্রেণিবিভাগ বর্ণনা করো।

৪. মিলিং মেশিনের প্রধান অংশসমূহের ব্যবহার বর্ণনা করো।

৫. ইউনিভার্স্যাল মিলিং মেশিনের গঠন ও ব্যবহার বর্ণনা করো।

৬. আপ মিলিং পদ্ধতি ও ডাউন মিলিং পদ্ধতির সুবিধা ও অসুবিধাগুলি বর্ণনা করো।

৭. RPM ও ফীড নির্ধারণের সূত্র ব্যাখ্যা করো।

৮. মিলিং মেশিনে কাজ করার সময় প্রয়োজনীয় সতর্কতার বিষয়াদি বর্ণনা করো।

সমাপ্ত

২০২৫ শিক্ষাবর্ষ

মেশিন অপারেশন বেসিকস-২

কারিগরি শিক্ষা আত্মনির্ভরশীলতার চাবিকাঠি

তথ্য, সেবা ও সামাজিক সমস্যা প্রতিকারের জন্য '৩৩৩' কলসেন্টারে ফোন করুন।

নারী ও শিশু নির্যাতনের ঘটনা ঘটলে প্রতিকার ও প্রতিরোধের জন্য ন্যাশনাল হেল্পলাইন সেন্টারের ১০৯ নম্বর-এ (টোল ফ্রি, ২৪ ঘণ্টা সার্ভিস) ফোন করুন।

গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার কর্তৃক বিনামূল্যে বিতরণের জন্য।